

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

Título de la investigación:

**“DISEÑO DE CENTRO DE CARGA FOTOVOLTAICA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS
DEL CONDOMINIO TIERRAS DE CAFÉ”**

Nombre del estudiante:

DIEGO ROJAS GONZÁLEZ

Tutor:

ING. BILLY RETANA PEÑA

Sede Aranjuez

Noviembre, 2025

Contenido

Dedicatoria.....	8
Agradecimiento	9
Glosario	10
Resumen	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	12
Planteamiento del problema.....	12
Objetivos.....	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Justificación	13
Proyecciones.....	13
Limitaciones.....	14
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	15
Marco teórico.....	15
Que es un Vehículo Eléctrico (EV) y sus tipos.	15
Tipos de cargadores según la velocidad de carga.	18
Tipos de cargadores según la corriente.	18
Conectores para cargadores eléctricos.....	19
Que es la tecnología de Paneles Solares.....	22
Estaciones de carga con energía solar fotovoltaica.....	28
Inversores.....	30
Baterías utilizadas para proyectos solares.....	31
Cálculo consumo energético.....	33
Normativas, tarifas y regulaciones.....	35
Indicadores Financieros.....	40
Antecedentes	44
Internacionales.....	44
Nacionales.....	49

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	55
Enfoque de la investigación	55
Método de investigación	55
Fuentes de información	55
VARIABLES o unidades de análisis	56
Instrumentos	58
Proceso para la recolección y análisis de datos	59
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
Infraestructura de distribución eléctrica actual en el área común del condominio.	61
Demanda energética, necesidades de carga y perfil vehículos eléctricos.	62
Tendencia del posible aumento de la flota vehicular en el país y del condominio.	66
Marco legal y regulaciones vigentes para infraestructura de centros de carga vehicular, en Costa Rica.	67
Diseño técnico de infraestructura de carga fotovoltaica para los vehículos eléctricos del Condominio Tierras de Café.	71
Modelos de los sistemas fotovoltaicos propuestos para el proyecto.	77
Plan técnico de operación, mantenimiento y monitoreo de los sistemas de carga vehicular.	97
Análisis Financiero.	100
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
Conclusiones	106
Recomendaciones	110
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	111
Descripción de la propuesta.	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
APÉNDICES.....	116
A. Ficha técnica Vehículo BYD S1 Pro.	116
B. Ficha técnica Vehículo BMW iX1.	117
C. Ficha técnica Paneles Solares.	118
D. Ficha técnica Inversores.	120
E. Ficha Técnica Banco de baterías. Ficha Técnica Banco de baterías.	124

F.	Ficha técnica cargadores 7 kW.....	125
G.	Estudio climático de radiación solar en el Valle Central del IMN.....	126
H.	Tablas amortización préstamos.....	127

Tablas

Tabla 1.	Inclinación óptima paneles solares.....	25
Tabla 2.	Matriz de Conceptualización.....	56
Tabla 3.	Información autos eléctricos de residentes de Condominio Tierras de Café.	63
Tabla 4.1	Resultados encuesta a condóminos con vehículos eléctricos.	64
Tabla 4.2	Resultados encuesta a condóminos con vehículos eléctricos.	65
Tabla 4.3	Resultados encuesta a condóminos con vehículos eléctricos.	66
Tabla 5.	Flotilla próximos años Condominio Tierras de Café.	67
Tabla 6.	Turnos de cargas x auto/mes.	74
Tabla 7.	Ejemplo cronograma semanal de uso de cargadores.	75
Tabla 8.	Datos resumen del sistema de generación diurna.....	90
Tabla 9.	Costo estimado de consumo eléctrico en la noche según tarifas de ESPH.	92
Tabla 10.	% Caída voltaje x tramos de conductores.	94
Tabla 11.	Costo estimado de consumo eléctrico en la noche según tarifas de ESPH. ..	95
Tabla 12.	Plan de mantenimiento de sistema de cargadores.	99
Tabla 13.	Garantías del sistema por proveedores y fabricantes.	100
Tabla 14.	Ingresos por cuotas uso de cargadores.....	101

Figuras

Figura 1. Vehículo híbrido (HEV).....	15
Figura 2. Vehículo híbrido enchufable (PHEV).....	16
Figura 3. Vehículo eléctrico de batería (BEV)	17
Figura 5. Conector Tipo 1 (J1772).....	19
Figura 6. Conector Tipo 2 (Mennekes).....	20
Figura 7. Conector Tipo CHAdeMO.....	20
Figura 8. Conector CCS	21
Figura 9. Tipo GB/T (AC-DC)	22
Figura 10. Funcionamiento Placas Solares	23
Figura 11. Tipos de Paneles Solares Fotovoltaicos.....	24
Figura 12. Ángulo inclinación paneles solares	25
Figura 13. Conexión en serie.	26
Figura 14. Conexión en paralelo.....	27
Figura 15. Conexión en serie-paralelo.....	28
Figura 16. Instalación aislada.....	29
Figura 17. Instalación autoconsumo.....	29
Figura 18. Métodos de cálculo DER.....	38
Figura 19. Tarifa centros de recarga rápida.	39
Figura 20. Costos de Interconexión.....	39
Figura 21. Tarifa de Acceso.	40
Figura 22. Tarifas consumo superiores a 3000 kW.....	40
Figura 23. Diagrama unifilar del área común.....	62

Figura 24. Acumulado anual flotilla de autos eléctricos.....	66
Figura 25. Ubicación para desarrollo del sistema.....	72
Figura 26. Marquesina de Paneles Solares.....	73
Figura 27. Brillo Solar Anual en Costa Rica.	77
Figura 28. Distribución Paneles modelo 1.....	79
Figura 29. Diagrama Unifilar solo Paneles.	83
Figura 30. Distribución Paneles modelo 2.....	86
Figura 31. Diagrama Unifilar Paneles-Baterías.	89
Figura 32. Diagrama Unifilar Paneles-Respaldo red eléctrica.....	94
Figura 33. Diagrama Unifilar Cargador Convencional.	97
Figura 34. Cotización modelo sólo paneles solares.	102
Figura 35. Flujo efectivo modelo sólo paneles solares.....	102
Figura 36. Cotización modelo paneles solares y bancos de baterías.....	103
Figura 37. Flujo efectivo modelo paneles solares y bancos de baterías.	103
Figura 38. Cotización modelo paneles solares y red eléctrica.....	104
Figura 39. Flujo de efectivo modelo paneles solares y red eléctrica.	104
Figura 40. Cotización modelo cargadores convencionales.	105
Figura 41. Flujo de efectivo modelo cargadores convencionales.....	105
Figura 42. Resumen VAN y TIR por modelo.	106

Ecuaciones

Ecuación 1. Consumo energético.....	33
Ecuación 2. Potencia generada por paneles.	33
Ecuación 3. Cantidad paneles totales.	34
Ecuación 4. Conexión paneles en serie.	34
Ecuación 5. Conexión paneles en paralelo.	34
Ecuación 6. Cálculo de caída de voltaje.....	35
Ecuación 7. Cálculo TIR.....	41
Ecuación 8. Cálculo VAN.	43

Dedicatoria

A Dios por darme la vida y salud para poder cada día dar lo mejor de mí y poder cumplir mis objetivos personales y profesionales.

A mi esposa, Sandra Pichardo Rodríguez, por ser uno de mis pilares y soporte en todo momento a lo largo de este proceso académico, por creer siempre en mí.

A mi padre, José Rojas Alfaro, por ser mi principal ejemplo como profesional y persona, siendo siempre un hombre con grandes valores intachables y que da todo por su familia.

A mi madre, Zaida González Chaves, mi luchadora, que a pesar de los problemas de salud que afronta en estos momentos, sigue siendo la persona más fuerte y valiente que he conocido en mi vida. Se lo dedico con mucho amor a pesar de no estar consciente de este gran logro como profesional, estoy seguro sería la persona más orgullosa, te amo mi madre.

Agradecimiento

Primero agradecer a mi tutor y a los profesionales de la universidad por compartirme sus conocimientos y ser una guía en mi carrera profesional como ingeniero electromecánico.

A mis hermanos, por ser personas que siempre me han apoyado y ayudado en este proceso con sus conocimientos como profesionales para poder concluir con este proyecto.

Muchas gracias a todas las personas que de algún modo han aportado para poder cumplir con mi proyecto de tesis y carrera profesional como ingeniero.

Glosario

SIGLAS	DESCRIPCIÓN
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
kW	Kilo Watts
kVA	Kilo Voltioamperios
AWG	Calibre de Cable Americano
V	Voltios
A	Amperios
ISO	Organización Internacional de Estandarización
Whd	Watts-hora-día
NEC	Código Eléctrico Nacional
FV	Fotovoltaico
THHN	Termoplástico de Alta Resistencia al Calor Recubierto de Nailon
EMT	Tubería Metálica Eléctrica
PVC	Cloruro de Polivinilo (Polímero Sintético)
Cu	Cobre
CVG	Costo Variable de Generación

Resumen

En los últimos años en Costa Rica ha surgido un crecimiento en la demanda por la adquisición de vehículos eléctricos, sin embargo, uno de los grandes retos que se presenta se da por la limitación de cargadores para dicha demanda a lo largo del país. El Condominio Tierras de Café no es la excepción a este problema, para poder suplir de dichos servicios de cargadores eléctricos a los residentes. Se ha expuesto en múltiples ocasiones la preocupación de los condóminos hacia la administración y asamblea de representantes, sobre la necesidad de analizar la disponibilidad de colocar cargadores para autos eléctricos en las áreas comunes para beneficio de los condóminos y visitas.

Este proyecto tiene como objetivo el análisis y diseño de un sistema de carga para autos eléctricos alimentado mediante energía solar fotovoltaica y se adaptará a las necesidades específicas del Condominio Tierras de Café. Se llevará a cabo un estudio basado en encuestas aplicadas a los condóminos, con la finalidad de identificar el perfil actual de los vehículos, la proyección sobre la posible adquisición de nuevos o vehículos adicionales en los hogares, así como hábitos de uso y carga. Con esta información, permitirá obtener la demanda energética y poder dimensionar la infraestructura requerida.

Se realizará un análisis del marco legal y regulatorio que aplica, permisos municipales y requisitos establecidos, según la normativa vigente. Se garantizará que la propuesta sea técnica y legalmente viable. Con la información y datos obtenidos, se buscará la solución técnica para poder seleccionar la tecnología fotovoltaica adecuada, las opciones de almacenamiento de la energía eléctrica, y demás infraestructura complementaria que ofrece el mercado actual, además de la ubicación estratégica de las estaciones de carga y criterios de seguridad según normativa.

También se incluirá un plan de operación, mantenimiento y monitoreo del sistema, para poder asegurar la continuidad del servicio, prolongar la vida útil y permitir a la administración del condominio una gestión técnica eficiente. Y con un análisis de viabilidad económica y financiera, se evaluará los costos de inversión inicial, operación y mantenimiento, además de las proyecciones financieras y beneficios económicos potenciales de los residentes del condominio.

En conclusión, el impacto ambiental y social de este proyecto es muy importante también, por que la instalación de estos cargadores solares dentro del condómino promueve y contribuye en la reducción de emisiones contaminantes y así mejorar la calidad del aire. En un largo plazo, estos

sistemas pueden generar un ahorro energético y económico importante en los hogares de los usuarios que optaron por este tipo de tecnología, y además este modelo se podría adaptar no sólo en el Condominio Tierras de Café, sino que también, a más comunidades residenciales.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

¿Es factible utilizar la energía solar fotovoltaica para la construcción de centros de carga vehicular, en el Condominio Tierras de Café, que cumpla con la normativa vigente?

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un sistema de energía solar fotovoltaica y de sus equipos complementarios, para el abastecimiento energético de centros de carga vehicular, para los residentes del Condominio Tierras de Café ubicado en Ulloa, Heredia.

Objetivos específicos

1. Evaluar la demanda energética de los centros de carga vehicular en el Condominio Tierras de Café, identificando las necesidades específicas de carga y el perfil de uso de los vehículos eléctricos de los condóminos.
2. Analizar el marco legal y regulatorio aplicable al diseño e implementación del sistema fotovoltaico, incluyendo permisos, normativas técnicas y requisitos municipales que afecten la ejecución del proyecto.
3. Proponer un sistema técnico que satisfaga las necesidades energéticas identificadas, considerando factores como la ubicación de instalación, tamaño, tipo de la infraestructura, tecnología de almacenamiento y la seguridad de acuerdo con la normativa vigente.
4. Determinar un plan de operación, mantenimiento y monitoreo del sistema fotovoltaico, que asegure su eficiencia, continuidad del servicio y vida útil óptima.
5. Establecer la viabilidad económica y financiera del proyecto, evaluando los costos de

instalación y operación del sistema fotovoltaico, incluyendo proyecciones de ahorro a largo plazo y beneficios económicos.

Justificación

La aplicación de los cargadores para vehículos eléctricos de tecnología fotovoltaica en el Condominio Tierras de Café busca suplir una necesidad real y en crecimiento que ha sido expuesta en reiteradas ocasiones por los residentes. La adquisición de vehículos eléctricos por parte de los condóminos genera una demanda que, con la infraestructura actual, no ha sido posible satisfacer totalmente por que no existe opciones de cargadores eléctricos en las áreas comunes. Esto afecta tanto a los residentes como las visitas al condominio por que limita el uso eficiente de esta tecnología. Por lo tanto, este proyecto brindaría una solución efectiva para no solamente satisfacer la necesidad inmediata, sino que también impulsa la adopción de autos eléctricos como una opción viable y sostenible para el futuro.

Tomando en cuenta el punto de vista técnico, esta investigación presenta la oportunidad de aplicar principios de la Ingeniería en el uso de los sistemas fotovoltaicos a la infraestructura de carga de vehículos. En el desarrollo del proyecto se abordará temas como la optimización del almacenamiento de energía eléctrica, los desafíos sobre la intermitencia de la energía solar y la compatibilidad de la red a instalar con los diferentes tipos de vehículos eléctricos de los usuarios. Además, fomentará la innovación y desarrollo de tecnologías eficientes en áreas como energías renovables, limpias y diseño de sistemas eléctricos.

Proyecciones

- Con el diseño, se espera a futuro la instalación de un sistema de carga fotovoltaico funcional y que se adapte a las necesidades energéticas de los vehículos eléctricos de los residentes del Condominio Tierras de Café, cumpliendo con la normativa vigente.
- Se proyecta que se pueda lograr una mejora en la calidad de servicios ofrecidos en el condominio, al facilitar el acceso a la infraestructura de cargadores para vehículos eléctricos, y así promover la movilidad sostenible dentro del condominio.

- Se prevé que el proyecto funcione como un modelo que se pueda replicar para otros condominios y comunidades residenciales del país, y así incentivar el uso de tecnologías limpias y renovables.
- Se proyecta que se pueda aportar en el desarrollo del conocimiento sobre integrar sistemas fotovoltaicos en los entornos residenciales, en temas referentes a la tecnología, la normativa y aspectos financieros.
- Se estima que con el análisis financiero del proyecto permita demostrar su viabilidad, con indicadores positivos de VAN y TIR, ya que de esta forma facilitará su implementación y aceptación por parte de la administración del condominio y condóminos.

Limitaciones

- La tecnología de sistemas de energía solar fotovoltaica para cargadores solares, al ser una tecnología aún innovadora en el país, existe aún poco desarrollo en la normativa legal vigente, que puede llegar a afectar el desarrollo de proyecto.
- Mediante las encuestas aplicadas se buscará adaptar a las especificaciones más adecuadas, según la mayoría de los conectores de los autos que poseen los condóminos, pero podría darse la situación que no se adapte a algún vehículo que no sea compatible a los cargadores instalados.
- Como consideración del diseño, se van a manejar los cálculos financieros en colones debido a que en el año 2026 se dará cambios políticos en el país, debido a la elección del nuevo gobierno, y es posible que la tasa cambiaria del dólar estadounidense sufra modificaciones, y de esta manera tener un análisis más seguro y evitar incertidumbres en este aspecto.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

Marco teórico

Que es un Vehículo Eléctrico (EV) y sus tipos.

Pérez (2024) señala que:

Los vehículos eléctricos, también conocidos por las siglas EV (Vehículo Eléctrico), son modelos propulsados con electricidad como fuente de energía. Utilizan baterías eléctricas para almacenar la energía que alimenta un motor eléctrico.

Para recargar las baterías de los coches eléctricos es necesaria una conexión a una fuente de electricidad, ya sea a través de una toma de corriente doméstica o en estaciones de carga pública.

Vehículo híbrido (HEV)

Los vehículos híbridos o HEV combinan al menos dos fuentes de energía de propulsión. Cuentan tanto con un motor de combustión interna convencional (generalmente de gasolina o diésel) como con un motor eléctrico y ambos trabajan en conjunto para propulsar el vehículo. El motor eléctrico asiste al motor de combustión interna en momentos de alta demanda y permite restarle esfuerzo con el fin de reducir el consumo de combustible.

Los híbridos pueden moverse en modo completamente eléctrico, pero su autonomía es limitada al disponer de baterías pequeñas. A menudo recurren a la frenada regenerativa y al propio motor térmico para recargar las baterías y generar energía cinética.

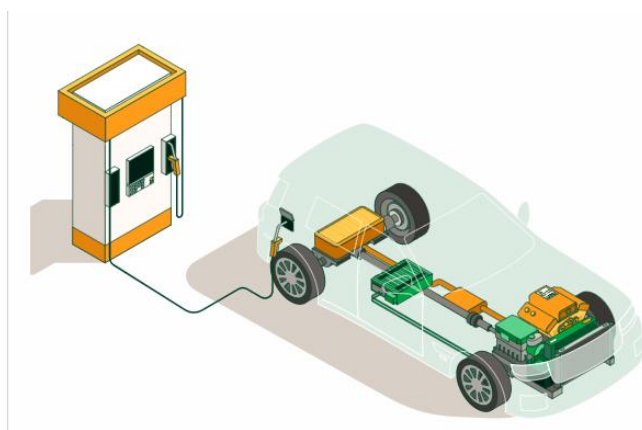


Figura 1. Vehículo híbrido (HEV)

Fuente: Iberdrola

Vehículo híbrido enchufables (PHEV)

Los vehículos híbridos enchufables, también conocidos como PHEV, combinan un motor de combustión interna con un motor eléctrico y una batería. La principal cualidad de estos modelos es que tanto el motor de combustión como el motor eléctrico pueden traccionar las ruedas del vehículo, de tal forma que puede funcionar tanto en modo eléctrico durante un rango determinado de kilómetros utilizando la energía almacenada en la batería, como en formato híbrido combinando la potencia del motor de combustión interna con la eléctrica.

La batería se puede recargar con una fuente externa de energía o punto de carga y también se puede usar el motor de combustión para la carga de las baterías del motor eléctrico.

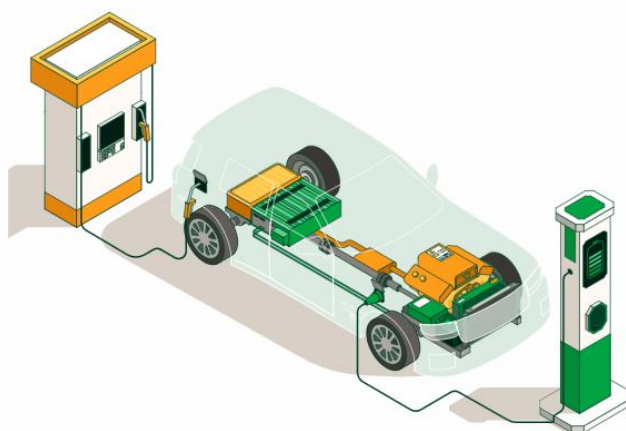


Figura 2. Vehículo híbrido enchufable (PHEV)

Fuente: Iberdrola

Vehículos eléctricos de batería (BEV)

Estos modelos están completamente impulsados por electricidad y utilizan baterías recargables para almacenar electricidad y alimentar el motor eléctrico que lo propulsa. Para poder cargar este tipo de coche, como ocurre con cualquier dispositivo eléctrico, es necesario conectarlo a una fuente de electricidad, como una toma de corriente doméstica o una estación de carga. La velocidad de carga depende de la potencia de los cargadores a los que se pueda conectar, conocida como potencia máxima soportada.

Además, la mayoría de los modelos disponen de un sistema de recuperación de energía de la frenada y las deceleraciones, que funciona como un generador de corriente capaz de “autorrecargar” la batería.

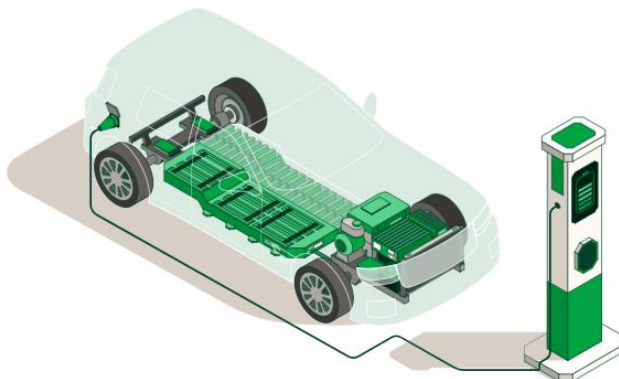


Figura 3. Vehículo eléctrico de batería (BEV)

Fuente: Iberdrola

Vehículos eléctricos de autonomía extendida (EREV)

Conocido como EREV (Vehículo eléctrico de rango extendido), combina características del vehículo eléctrico (EV) y del vehículo híbrido enchufable (PHEV). Aunque la potencia de propulsión la aporta una unidad eléctrica recargable, están equipados de un motor de combustión interna que actúa como generador para cargar la batería cuando esta se agota. Este tipo de vehículos se diferencia de los híbridos en que el motor de combustión no mueve en ningún caso las ruedas del coche.

Los EREV pueden recargar tanto mediante una conexión a una fuente de electricidad, como mediante la gasolina a través del motor de combustión interna.

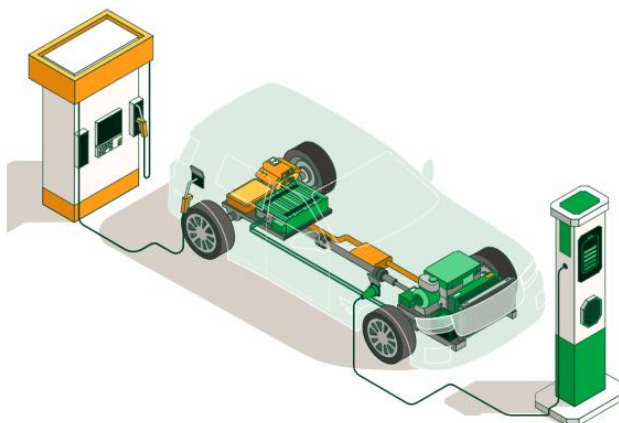


Figura 4. Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV)

Fuente: Iberdrola

Tipos de cargadores según la velocidad de carga.

KIA (2025) señala que:

Cargadores de carga lenta

Los cargadores de carga lenta utilizan un enchufe estándar de 120 V y son ideales para uso doméstico. Su principal ventaja es que no requieren una instalación especial y pueden conectarse a cualquier toma de corriente convencional.

Sin embargo, el tiempo de carga es prolongado, tomando entre 8 y 12 horas para una carga completa. Por ello, son una opción recomendada para quienes pueden dejar su vehículo cargando durante la noche.

Cargadores de carga Semirápida

Estos funcionan con una fuente de alimentación de 240 V y pueden recargar la batería en unas pocas horas. Su instalación requiere de un electricista certificado, ya que necesitan un circuito dedicado, similar al utilizado por electrodomésticos de alto consumo como secadoras o cocinas eléctricas.

Cargadores de carga rápida

Los cargadores de carga rápida pueden suministrar una carga de hasta el 80 % en tan solo 20-30 minutos, lo que los convierte en la opción ideal para quienes quieren recargar su carro en el menor tiempo posible.

Utilizan corriente continua (CC) de alta tensión, permitiendo una transferencia de energía más eficiente en comparación con los cargadores de corriente alterna (CA). Debido a sus elevados requerimientos eléctricos, no son adecuados para instalaciones domésticas y necesitan infraestructura especializada.

Tipos de cargadores según la corriente.

KIA (2025) señala que:

Cargadores de corriente alterna (CA): Son los más comunes y se utilizan para cargas lentas y semirápidas. La conversión de corriente alterna en corriente continua la realiza el cargador interno del carro.

Cargadores de corriente continua (CC): Son utilizados en estaciones de carga rápida y suministran energía directamente en corriente continua a la batería del automóvil, permitiendo tiempos de carga mucho más rápidos.

Conectores para cargadores eléctricos.

GBT (2023) señala que:

Conector Tipo 1 (J1772)

Tipo 1 (J1772): Este tipo de conector se utiliza principalmente en Norteamérica y Japón. Tiene una configuración de pines de 5 y una corriente máxima de 80 A. El voltaje máximo es de 240 V y la potencia máxima es de 19.2 kW. El protocolo de comunicación es SAE J2847/2, y la velocidad de comunicación es de 1.2 kbps.



Figura 5. Conector Tipo 1 (J1772)

Fuente: GBT

Conector Tipo 2 (Mennekes)

Este conector es el más utilizado en Europa y se caracteriza por su configuración de pines de 7. La corriente máxima varía según si se trata de una conexión trifásica (63 A) o monofásica (32 A). El voltaje máximo es de 480 V (trifásico) o 240 V (monofásico), y la potencia máxima es de 43.5 kW. El protocolo de comunicación es IEC 61851-1, y la velocidad de comunicación es de 1.2 kbps.



Figura 6. Conector Tipo 2 (Mennekes)

Fuente: GBT

Conector CHAdeMO

Este conector se utiliza principalmente en Asia y es conocido por su alta potencia de carga rápida. Tiene una configuración de pines de 9 y una corriente máxima de 125 A. El voltaje máximo es de 500 V y la potencia máxima es de 62.5 kW. El protocolo de comunicación es CHAdeMO 1.0, y la velocidad de comunicación es de 500 kbps.



Figura 7. Conector Tipo CHAdeMO

Fuente: GBT

Conector CCS (Sistema de Carga Combinado)

Este conector es el más utilizado en Estados Unidos y Europa para la carga rápida. Tiene una configuración de pines de 7 (Tipo 2) más 2 pines adicionales para la carga rápida. La corriente máxima es de 500 A en la carga rápida, el voltaje máximo es de 1000 V en la carga rápida y la potencia máxima es de 350 kW. El protocolo de comunicación es ISO 15118, y la velocidad de comunicación es de 100 kbps.

CCS COMBO T2



Figura 8. Conector CCS

Fuente: GBT

Conector GB/T (Guobiao/Tuijian)

Conector que tiene dos tipos de configuraciones de pines: la primera es la configuración de pines de carga rápida de siete pines, que se utiliza para la carga de corriente continua (CC), y la segunda es la configuración de pines de carga lenta de cinco pines, que se utiliza para la carga de corriente alterna (CA). La corriente máxima para la carga rápida de siete pines es de 200 amperios y la corriente máxima para la carga lenta de cinco pines es de 32 amperios. Una de las características más importantes del conector GB/T es su sistema de comunicación bidireccional, que permite una carga más precisa y eficiente, con un sistema de autenticación que permite la identificación del vehículo y el cargador, garantizando que el vehículo esté conectado a un cargador compatible y evitando la posibilidad de dañar la batería.

En general, cada protocolo de comunicación tiene sus propias medidas de seguridad para garantizar una carga segura y eficiente de la batería. Estas medidas incluyen la comunicación bidireccional entre el cargador y el vehículo, la detección de sobrecarga y la capacidad de interrumpir la carga en caso de fallos en el sistema. Esto hace imposible cualquier daño por sobrecarga a la batería, lo que garantiza una carga segura y prolonga la vida útil de la batería. (GBT, 2023)

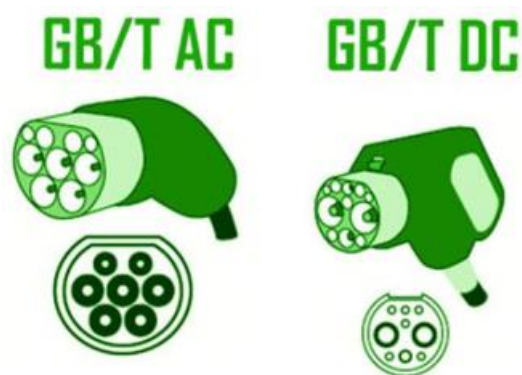


Figura 9. Tipo GB/T (AC-DC)

Fuente: GBT

Que es la tecnología de Paneles Solares.

Iberdrola (2025) señala que:

¿Que son Paneles Solares?

Los paneles solares son los dispositivos que permiten captar la energía que proviene de la radiación solar y transformarla en electricidad que pueda aprovecharse. Por otro lado, los paneles fotovoltaicos son los que generan electricidad utilizando la energía solar fotovoltaica.

¿Cómo funcionan las placas solares fotovoltaicas?

Las placas solares fotovoltaicas están constituidas por células fotovoltaicas de los paneles y son las que tienen la capacidad de generar electricidad a partir del impacto de la radiación solar. Estas células, que suelen ser de **silicio cristalino o arseniuro de galio**, se mezclan con otros componentes como el fósforo o el boro que ‘dopan’ y modifican las propiedades conductoras. De esta forma se crean dos partes, una de carga negativa, y otra de carga positiva. Al exponerse al sol, los fotones (energía lumínica) mueven los electrones (energía eléctrica) y se produce una corriente continua.

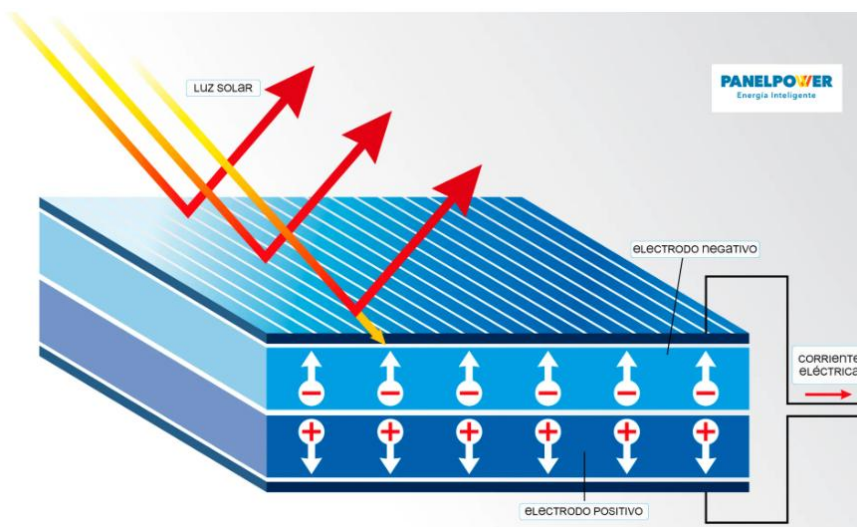


Figura 10. Funcionamiento Placas Solares

Fuente: Panelpower

Tipos de Paneles Solares Fotovoltaicos

Monocrystalino:

Están compuestos por células de un solo cristal. Se caracterizan porque el silicio de las células solares se corta en láminas, ofreciendo así una mayor pureza y eficacia. No en vano, se considera que son entre un 15 y un 25 % más eficientes que el resto de los modelos. La mejor manera de reconocerlos es por su color, de un negro intenso.

Policristalinos:

Fácilmente identificables por su color azulado oscuro, los paneles policristalinos se obtienen fundiendo el silicio y vertiéndolo en moldes. Su precio es menor, aunque también lo es su eficacia si bien actualmente se han logrado buenos avances para reducir sus pérdidas por reflexión y mejorar su captación de la luz.

Capa Fina:

Es el tipo de panel más empleado en las viviendas debido a su precio, a su apariencia homogénea y a su flexibilidad, que le permite adaptarse a todo tipo de superficies. Son también los menos eficaces, aunque su rendimiento no suele verse tan afectado ni por las altas temperaturas ni por las sombras.

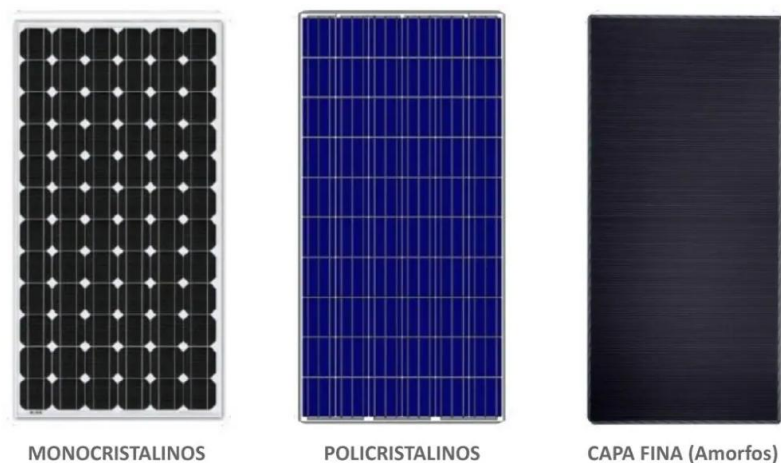


Figura 11. Tipos de Paneles Solares Fotovoltaicos

Fuente: Ecofener

Inclinación y orientación de paneles solares

Según menciona (Circuito Eléctrico, s.f) el ángulo de inclinación es de gran importancia ya maximiza el rendimiento y asegura el mayor aprovechamiento de la energía solar tanto como sea posible.

El autor describe que, en zonas cercanas al ecuador, como lo es el caso de Costa Rica, la orientación no es tan crítica, ya que el sol está la mayoría del año de forma perpendicular.

En latitudes bajas (cercanas al Ecuador), el sol está alto durante todo el año, por lo que los paneles suelen instalarse con una inclinación baja, entre los 10 y 20 grados.

La tabla a continuación presenta la **inclinación óptima de los paneles solares β** , según la latitud del lugar:

LATITUD ϕ	β en invierno	β en verano	β anual
$0 \leq \phi \leq 15^\circ$	15°	15°	Latitud
$15^\circ < \phi \leq 25^\circ$	Latitud	Latitud	Latitud
$25^\circ < \phi \leq 30^\circ$	Latitud + 5°	Latitud - 5°	Latitud
$30^\circ < \phi \leq 35^\circ$	Latitud + 10°	Latitud - 10°	Latitud
$35^\circ < \phi \leq 40^\circ$	Latitud + 15°	Latitud - 15°	Latitud
$> 40^\circ$	Latitud + 20°	Latitud - 20°	Latitud

Tabla 1. Inclinación óptima paneles solares.

Fuente: Circuito Eléctrico, s.f

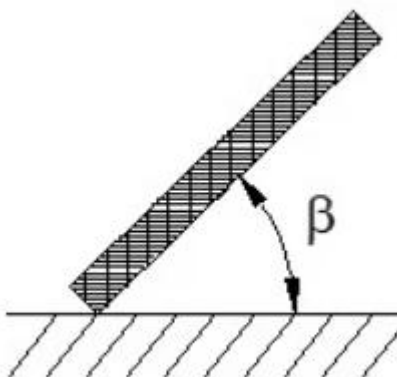


Figura 12. Ángulo inclinación paneles solares

Fuente: Circuito Eléctrico, s.f

Conexiones entre placas solares fotovoltaicos

Carbonell (2024) señala que:

Las placas solares trabajan a una tensión determinada, proporcionando una potencia variable en función de la intensidad que en cada momento pueda generar, con la luz solar que le llegue. De este modo, se debe dimensionar la instalación para ajustarse al autoconsumo apropiado, según se requiera, calculando la cantidad de placas fotovoltaicas que hacen falta. Después decide que inversor se adapta mejor, y según la tensión a la que se trabaje, tendrá que hacer conjuntos de

placas para sumar las tensiones hasta llegar a la tensión e intensidad que admita el inversor. Estos conjuntos de placas pueden realizarse con conexiones en serie, paralelo o mixto.

Conexión en serie:

La conexión de placas solares en serie se realiza uniando cada uno de los paneles al siguiente, como si construyéramos una cadena, en la que cada placa solar es un eslabón. En esta configuración se conecta el polo positivo de una placa al negativo de la siguiente y así con todas las que forman el conjunto.

En este tipo de conexión, en serie, se consigue aumentar la tensión del conjunto, mientras se mantiene la intensidad de corriente, es decir, los amperios que es capaz de generar el conjunto.

Tomando como ejemplo para explicarlo de una manera más clara: Si tenemos 4 paneles solares de 335 W a 24 V cada uno, capaces de generar hasta 13,96 A, al ejecutar la conexión en serie resultan 1.340 W, a 96 V, con una intensidad de 13,96 A.

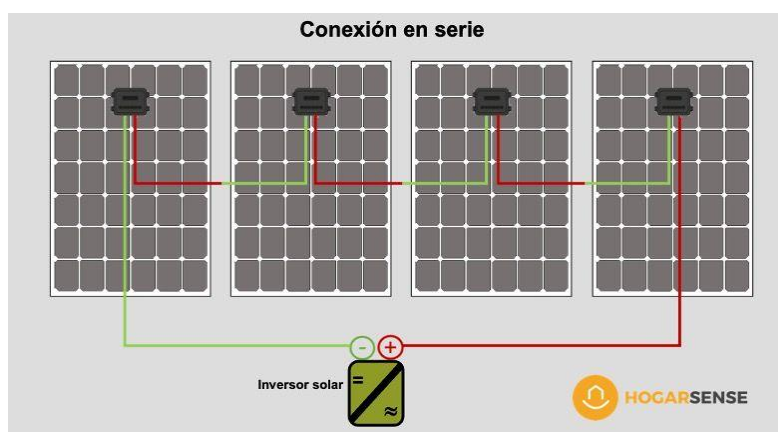


Figura 13. Conexión en serie.

Fuente: Hogarsense

Conexión en paralelo:

La conexión de placas solares en paralelo se realiza uniando los polos positivos entre sí, y los negativos también juntos al otro lado. Por lo que, todos los cables que se conectan al polo positivo de las placas se unen a un cable más grande que soporte al trabajo de los que a él llegan. Todos los polos negativos de las placas se unen igual a otro cable conductor.

Este método de conexión de las placas solares consigue que la intensidad de corriente eléctrica del conjunto sea la suma de todas las intensidades de cada una de las placas que forman el conjunto. En cambio, la tensión permanece constante.

Tomando como ejemplo para explicarlo de una manera más clara: Si tenemos 4 paneles solares de 335 W a 24 V cada uno, capaces de generar hasta 13,96 A, al ejecutar la conexión en serie resultan 1.340 W, a 24 V, con una intensidad de 55,84 A.

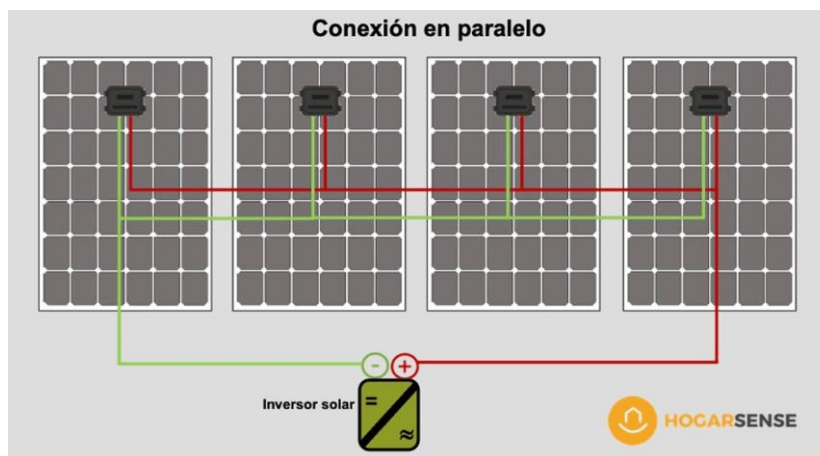


Figura 14. Conexión en paralelo.

Fuente: Hogarsense

Conexión en serie-paralelo:

Es el método que se encuentra en la mayoría de las instalaciones, esto porque a la hora de hacer la instalación fotovoltaica, se hace el cálculo adecuado para optimizar toda la instalación. Por esto se hará diferentes conjuntos de placas uniendos varias placas en serie, y luego conectando esos grupos de "placas en serie" de forma paralela. Así se consigue la tensión e intensidad adecuadas para elegir el inversor solar que aporte mejor resultado a toda la instalación.

Tomando como ejemplo para explicarlo de una manera más clara: Se plantea 2 grupos de dos placas cada uno, unidas en serie que aportan 670 W con 48 V, capaces de generar hasta 13,96

A. Configurando con esos dos grupos previos una conexión en paralelo entre ellos. Con lo que conseguimos una tensión de salida de 48 V con una intensidad de 27,92 A, que nos aportan 1340 W.

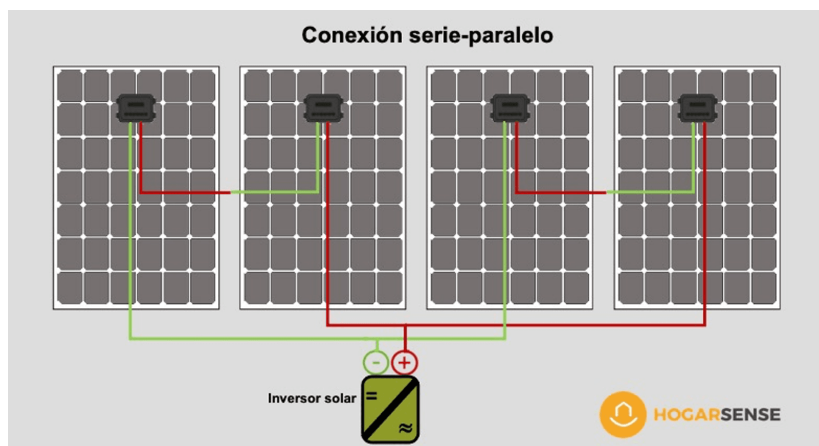


Figura 15. Conexión en serie-paralelo.

Fuente: Hogarsense

Estaciones de carga con energía solar fotovoltaica.

Carbonell (2024) señala que:

Tipos de centros de carga con sistemas solares fotovoltaicos

Existen 2 tipos de centros recarga mediante energía solar fotovoltaica descritos en sistemas de **autoconsumo y aislada**.

Estos dos tipos de conexión nos indican si un sistema fotovoltaico es totalmente independiente o, por el contrario, realiza un autoconsumo con excedentes. En este caso, también consume parte de la energía que el centro de carga de la red, aunque gran parte de ella es generada por las placas solares, de modo que se consigue un ahorro económico respecto a una situación sin placas solares.

Instalación aislada

En estos tipos, el conjunto de placas solares no tiene ninguna conexión externa por lo que debe ser totalmente autónomo y generar la suficiente electricidad para el consumo del sistema. En este caso debemos sumar a los elementos que se usan en una instalación con conexión a la red las baterías solares.

Instalación de autoconsumo fotovoltaico
aislada de la red



HOGARSENSE

Figura 16. Instalación aislada.

Fuente: Hogarsense

Instalación autoconsumo

Es el conjunto de placas solares más común para el autoconsumo. Los elementos o componentes básicos que lo forman son las placas fotovoltaicas, el inversor o inversores, los elementos de maniobra y protección y el contador bidireccional. Evidentemente, se necesitará de una estructura fotovoltaica adecuada para la correcta orientación e inclinación de las placas solares y el cableado para unir todos los componentes entre ellos, con la instalación del dispositivo a utilizar y con la red eléctrica.



HOGARSENSE

Figura 17. Instalación autoconsumo.

Fuente: Hogarsense

Inversores.

sfe-solar (s.f) señala que:

Un inversor solar es un dispositivo electrónico que transforma la corriente continua (CC), generada por los paneles solares, en corriente alterna (CA) con la misma frecuencia 60Hz y voltaje 240V que la red eléctrica para que pueda ser utilizada en los electrodomésticos o vertida en la red.

Tipos de inversores

- **Inversores centrales**

Un inversor central es un convertidor utilizado en sistemas de energía solar a gran escala, diseñado para convertir la corriente continua generada por una gran cantidad de paneles solares en corriente alterna para su integración en la red eléctrica.

Los inversores centrales tienen alta eficiencia de conversión y un menor coste por vatio, gracias a las economías de escala.

Los inversores solares centrales incorporan sistemas de monitorización avanzada y funcionalidades de control de red, como la regulación de voltaje y frecuencia, proporcionando servicios auxiliares esenciales para la estabilidad de la red eléctrica.

- **Micro inversores**

Los microinversores realizan la conversión de corriente continua en corriente alterna en cada panel solar individualmente. Es decir, los microinversores se instalan por separado en cada panel solar.

Los microinversores optimizan individualmente el rendimiento de cada panel, mejorando la eficiencia global del sistema, especialmente en condiciones de sombreado parcial o de diferentes orientaciones y ángulos de inclinación de los paneles. En estos casos solo se ve mermada la producción del panel afectado y no la del resto de la serie.

Baterías utilizadas para proyectos solares.

HiPower (2023) señala que:

Baterías Plomo-Acido

Las baterías de plomo-ácido son uno de los tipos de baterías para proyectos solares más populares, se trata de una opción ampliamente utilizada en sistemas de energía solar. Son conocidas por su fiabilidad, durabilidad y relación costo-efectividad.

En general, se estima que tienen una vida útil de 3 a 5 años, aunque algunas baterías de ciclo profundo de alta calidad pueden durar hasta 10 años.

Las baterías de plomo-ácido están compuestas por placas de plomo sumergidas en ácido sulfúrico diluido. Estas placas se dividen en positivas (ánodo) y negativas (cátodo), y están separadas por un material poroso llamado separador. El ácido sulfúrico actúa como electrolito para permitir la transferencia de electrones y la generación de electricidad.

Hay varias razones para elegir las baterías de plomo-ácido al momento de una instalación de su sistema de paneles solares, pero estas son las principales:

- **Costo-efectividad:** Las baterías de plomo-ácido son más económicas en comparación con otros tipos de baterías, lo que las convierte en una opción asequible para sistemas solares.
- **Disponibilidad y madurez tecnológica:** Las baterías de plomo-ácido están ampliamente disponibles en el mercado y son una tecnología madura y probada.

Baterías de Litio

Las baterías de ion de litio se han vuelto cada vez más populares en el campo de la energía solar debido a sus características sobresalientes. De hecho, son conocidas por su alta densidad de energía, vida útil prolongada y capacidad de carga y descarga eficiente.

Las baterías de ion de litio son un tipo de batería recargable en la que los iones de litio se mueven entre un cátodo y un ánodo durante el proceso de carga y descarga. Estas baterías se utilizan en una amplia gama de dispositivos electrónicos, desde teléfonos móviles hasta vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía solar.

Las baterías de ion de litio están compuestas por un cátodo, un ánodo, un electrolito y un separador. Sin embargo, los materiales utilizados en el cátodo y el ánodo pueden variar, y esto da

lugar a diferentes tipos de baterías de ion de litio, como las de fosfato de litio hierro (LiFePO₄), las de óxido de cobalto y las de manganeso y níquel (NMC).

Las baterías de ion de litio tienen grandes ventajas y las convierten en una alternativa excepcional para su sistema de energía solar.

- **Alta capacidad de almacenamiento de energía:** en comparación con otros tipos de baterías su capacidad suele ser mayor, lo que las hace ideales para aplicaciones de energía solar.
- **Ciclo de vida prolongado:** tienen una vida útil más larga en comparación con otras tecnologías, lo que significa que pueden soportar un mayor número de ciclos de carga y descarga antes de degradarse significativamente.
- **Menor peso y tamaño compacto:** son más livianas y compactas en comparación con otras tecnologías, lo que las hace adecuadas para aplicaciones donde el espacio es limitado.

Baterías de Cristal de Plomo

Una de las tecnologías más recientes en almacenamiento de energía para aplicaciones solares son las baterías de cristal de plomo. Estas baterías cuentan con características que las hacen más seguras y de mayor rendimiento.

Por la tecnología de cristalización que posee, se da la formación controlada de cristales de plomo sobre las placas, lo que ayuda que aumente la vida útil de esta, debido a que se reduce la formación de sulfato en la misma.

Las baterías de cristal de plomo están compuestas por placas de plomo que son las encargadas, mediante una reacción química, de almacenar y liberar la energía eléctrica para la carga y descarga de la batería. Luego, podemos encontrar el electrolito, es una solución de ácido líquido SiO₂. Por último, el componente que más caracteriza este tipo de batería, tenemos el aditivo de cristalización, este se encarga de crear de forma controlada cristales de plomo en las placas a lo largo del proceso de carga y descarga, mejorando la durabilidad, rendimiento y formación de sulfato en la batería.

Algunas de las ventajas que podemos destacar de las baterías de cristal de plomo son:

- Mayor durabilidad
- Mayor capacidad de carga
- Mejor rendimiento en temperaturas altas

- Mayor seguridad

Cálculo consumo energético.

Consumo energético en Whd

La energía máxima consumida se calcula por día y se mide en Watts*hora, se explica en la siguiente fórmula:

$$E_{inst_{Whd}} = \sum cantidad * Horas * P_{receptor} \text{ (Whd)}$$

Donde:

\sum cantidad= cantidad de dispositivos iguales.

Horas= Horas diarias pico de uso del dispositivo.

P receptor= Potencia de un dispositivo en W.

Ecuación 1. Consumo energético.

Fuente: Circuito eléctrico, s.f.

Energía generada por panel solares

Se considera que los paneles solares generan una energía específica dependiendo de ciertos factores mencionados en la siguiente ecuación:

$$E_{Panel} = P_{panel} * HSP * \eta_{Panel} \text{ (Whd)}$$

Donde:

P panel= Potencia generada por panel.

HSP= Horas diarias pico solares.

η_{Panel} = Eficiencia del panel, que se da por pérdidas eléctricas y suelen tener valores entre 85% y 95%.

Ecuación 2. Potencia generada por paneles.

Fuente: Circuito eléctrico, s.f

Número de paneles total del sistema

Se debe incorporar un margen adicional de energía, que puede ser entre un 20% a 30% para asegurar que el sistema produzca en situaciones imprevistas tales como: picos de consumo o condiciones meteorológicas adversas:

$$Paneles_{Total} = E_{inst_{Whd}} / E_{Panel}$$

Ecuación 3. Cantidad paneles totales.

Fuente: Circuito eléctrico, s.f.

Calculo cantidad paneles en serie

Las conexiones en serie de los paneles buscan sumar las tensiones de cada panel, con la corriente constante. La tensión de operación ($V_{instalación}$) es la necesaria según la instalación del diseño, por ejemplo, 48V, 120V, 240V. El V_{panel} es la tensión nominal de cada panel:

$$Paneles_{serie} = V_{Instalación} / V_{Panel}$$

Ecuación 4. Conexión paneles en serie.

Fuente: Circuito eléctrico, s.f

Calculo cantidad paneles en paralelo

Una vez obtenida la cantidad de paneles requeridos en serie, se realiza una relación entre el total de paneles necesarios del sistema entre los paneles en serie necesarios:

$$Paneles_{paralelo} = Paneles_{Total} / Paneles_{serie}$$

Ecuación 5. Conexión paneles en paralelo.

Fuente: Elaboración propia, 2025

Cálculo de caída de tensión

Según indica Javeri (s.f):

La caída de tensión se utiliza para describir la diferencia entre la tensión suministrada en la fuente y la tensión medida en la carga. Para determinar la caída de tensión se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_v = 2 * Z * I * L / 1000$$

$$\%C_v = \left(\frac{C_v}{V} \right) * 100$$

Donde:

Z= Impedancia del conductor (ohmios x 1000 pies)

I= Corriente de carga (Amperios)

L = Longitud (pies)

C_v = Caída de voltaje

V= voltaje del sistema (240 V)

Ecuación 6. Cálculo de caída de voltaje.

Fuente: ny-engineers, s.f

Horas Solares Pico (HSP)

Alonso (2024) señala que:

Una hora solar pico equivale a 1kWh/m² o lo que es lo mismo 3.6 MJ/m². O sea es un modo de contabilizar la energía recibida del sol agrupándola en paquetes, donde cada paquete de 1 hora recibe 1000 watts/m². Para facilidad de cálculos del diseño, el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) ha elaborado un estudio de radiación solar promedio anual por zonas del país, adjunta en el Apéndice G.

Normativas, tarifas y regulaciones.

NEC (Código Eléctrico Nacional) / NFPA 70

La instalación de los dispositivos de cargadores eléctricos debe cumplir con los principios generales y artículos aplicables a cualquier instalación eléctrica, garantizando la seguridad de las personas y la propiedad.

A continuación, se mencionan los aspectos y artículos generales del NEC que son más relevantes y se deben de considerar para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos, así como otras normativas costarricenses que complementan el marco legal:

- Artículo 210 (Circuitos derivados): Indica que se deben de dimensionar los circuitos derivados adecuadamente para la carga del cargador, considerando la corriente nominal y la demanda continua. (NFPA 70-NEC, 2020, p.66)
- Artículo 215 (Alimentadores): En este artículo se trata los requisitos de instalación, requisitos de protección contra sobrecorrientes, calibre mínimo y ampacidad de los conductores de los alimentadores que alimentan las cargas de los circuitos ramales. (NFPA 70-NEC, 2020, p.79)
- Artículo 220 (Cálculos de circuitos derivados, alimentadores y acometidas): Este artículo se toma en cuenta para determinar la carga total que representará el cargador en la instalación eléctrica existente o nueva. (NFPA 70-NEC, 2020, p.81)
- Artículo 230 (Acometidas): Se debe de verificar que la acometida eléctrica tenga la capacidad suficiente para la carga adicional del cargador. (NFPA 70-NEC, 2020, p.97)
- Artículo 240 (Dispositivos de sobre corriente): La protección para sobrecorrientes, como lo son los disyuntores o fusibles, deben de ser los correctos para la carga requerida y conductor utilizado. (NFPA 70-NEC, 2020, p.108)
- Capítulo 3 (Métodos y materiales de alambrado): En este capítulo se referencia los artículos relacionados con conductores, canalizaciones y cajas de salida, donde se especifica los tipos de cables, tuberías y cajas adecuados. (NFPA 70-NEC, 2020, p.156)
- Capítulo 5, Artículo 511.10 (B): En caso de instalaciones en lugares como estacionamientos públicos o comerciales, hay requisitos adicionales de seguridad y accesibilidad que aplicará para los cargadores eléctricos. (NFPA 70-NEC, 2020, p.453)
- Artículo 625 (Sistemas de carga de vehículos eléctricos): En este artículo se definen los conductores y equipos eléctricos externos a los vehículos eléctricos y que sirven para conectarlos a una fuente de alimentación y la instalación de los equipos y

dispositivos relacionados con la carga de vehículos eléctricos. (NFPA 70-NEC, 2020, p.585)

- Artículo 690 (Sistemas solares fotovoltaicos, FV): Se menciona los requisitos de seguridad e instalación para los equipos y sistemas de energía solar fotovoltaica. Los detalles que se desarrollan son tales como los requisitos generales, desconexión de energía, cableado y conexiones, protección contra fallas, conexión a la red eléctrica y sistemas con almacenamiento. (NFPA 70-NEC, 2020, p.643)

Ley No. 9518. Ley de incentivos y promoción para el transporte eléctrico

Esta ley, junto con sus reglamentos, fomenta el uso de los vehículos eléctricos en Costa Rica y establece el marco para la implementación de los centros de carga.

Decreto Ejecutivo 41642-MINAE. Reglamento para la construcción y el funcionamiento de la red de centros de recarga eléctrica para automóviles eléctricos por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

Este reglamento es un documento clave en el que se detalla los requisitos técnicos y operativos para los puntos de recarga para vehículos eléctricos.

Decreto Ejecutivo 43879-MINAE. Reglamento a la Ley de Promoción y Regulación de Recursos Energéticos Distribuidos a partir de Fuentes Renovables, No. 10086.

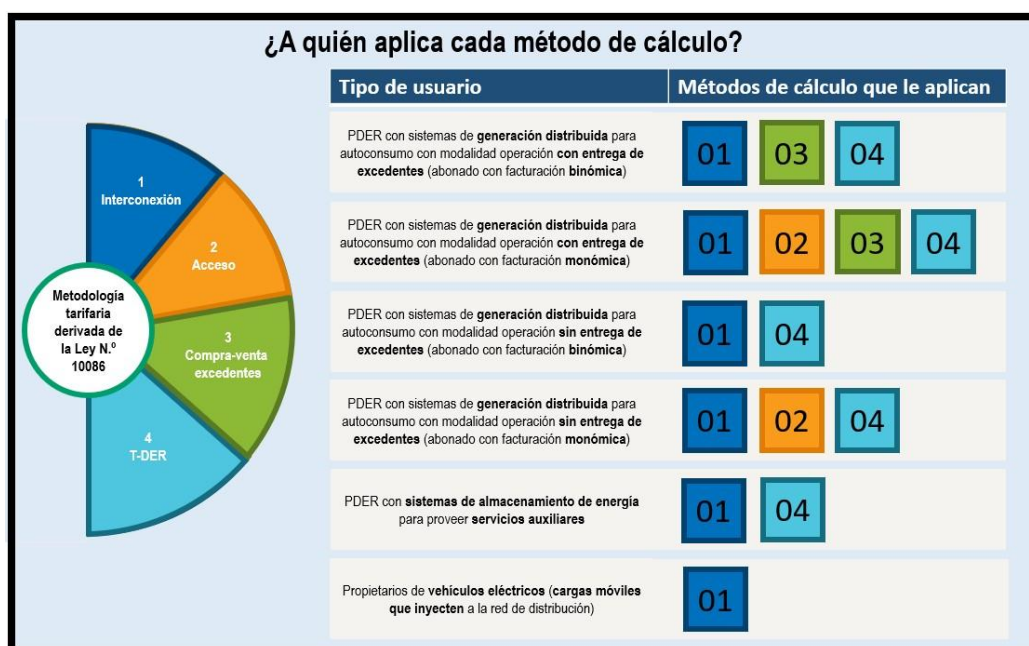
Este reglamento, junto con sus reformas, establece las condiciones técnicas y administrativas para uso e interconexión de un sistema de generación renovable (como paneles solares) a la red eléctrica nacional.

Regulaciones de ARESEP (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos)

ARESEP es el ente encargado de regular las tarifas y las condiciones de prestación del servicio eléctrico, que dentro de este se incluye la venta de electricidad de los centros de recarga.

Tarifas Vigentes, costos interconexión ESPH (Empresa de Servicios Públicos de Heredia) y DER (recursos energéticos distribuidos)

Los recursos energéticos distribuidos (DER) son tecnologías de generación y almacenamiento propiedad de los usuarios del sistema eléctrico nacional y que están conectadas directamente a la red de distribución, capaces de exportar potencia eléctrica activa. Incluyen: (a) los sistemas de generación distribuida para autoconsumo; (b) los sistemas de almacenamiento de energía; y (c) los vehículos eléctricos. (ARESEP, 2023)



*PDER: toda persona física o jurídica que posee u opere un DER

** T-DER: Tarifa para reconocimiento de los costos, rentabilidad, inversiones y canon en que incurren las empresas distribuidoras para la integración de recursos energéticos distribuidos al SEN (Sistema Eléctrico Nacional).

Figura 18. Métodos de cálculo DER.

Fuente: ARESEP

T-VE Centros de Recarga Rápida		
Aplicación: Aplicable para cada minuto de recarga de energía eléctrica en centros de recarga rápida		
TARIFA POR TIEMPO DE RECARGA PARA LOS CENTROS DE RECARGA RÁPIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
TIPO DE TARIFA	T-VE	
Tarifa T-VE:		
Categoría Tarifaria	Detalle del Cargo	
Por minuto de recarga de energía eléctrica (colones/minuto)	Cada minuto de recarga de energía eléctrica	₡ 137,00

Figura 19. Tarifa centros de recarga rápida.

Fuente: ESPH

Costos de interconexión

Tarifas establecidas mediante la resolución RE-0076-JD-2023 vigentes a partir del 01 de octubre de 2023.

Etapa	Definición	Tarifa (Colones)
Etapa 1	Costo de solicitud de interconexión a pagar por parte del solicitante para dar trámite a la solicitud inicial de interconexión a la red de distribución	₡12 757,00
Etapa 2	Costo del estudio de ingeniería e inspección inicial a pagar por parte del solicitante	₡72 766,00
Etapa 3	Costo de la inspección final y puesta en marcha de la interconexión a pagar por el solicitante	₡77 764,00
Etapa 4	Costo de la reinspección a pagar por el solicitante en caso de ser requerida	₡44 982,00

Figura 20. Costos de Interconexión.

Fuente: ESPH

T-TA Tarifa de acceso		
Aplicación: Tarifa aplicable sobre la inyección y retiro diferido de energía en la red de distribución por parte de abonados productores de energía eléctrica en la modalidad de generación distribuida para autoconsumo con medición neta sencilla.		
ACTIVIDAD DISTRIBUCIÓN - ENERGÍA ELÉCTRICA		
Categoría	Bloque	
Categoría Tarifaria	Detalle del Cargo	
Tarifa T-TA Tarifa de Acceso	Cada kWh	15.55

Figura 21. Tarifa de Acceso.

Fuente: ESPH

Categoría	Bloque	Cargo	Sin CVG	CVG Vigente	Con CVG
CLIENTES CON CONSUMO EXCLUSIVO DE ENERGIA					
Por consumo de energía (kWh)		Cada kWh	78.27	16.60	94.87
CLIENTES CONSUMO ENERGIA Y POTENCIA					
Por consumo de energía (kWh)	Bloque 0 a 3000	Cargo Fijo	132,090	28,020	160,110
	Bloque 3001 y más	Cada kWh	44.03	9.34	53.37
POR CONSUMO DE POTENCIA (kW)					
	Bloque 0 a 10	Cargo Fijo	71,485.90	15,162.20	86,648.10
	Bloque 11 y más	Cada kWh	7,148.59	1,516.22	8,664.81

Figura 22. Tarifas consumo superiores a 3000 kW.

Fuente: ESPH

Indicadores Financieros.

A la hora de enfrentar el reto de realizar nuevas inversiones, necesitamos conocer de antemano las posibilidades de éxito, la rentabilidad, los beneficios que traerá y la viabilidad del proyecto que se pretende iniciar. Para ello contamos con los indicadores financieros. El VAN y

TIR, (Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno) respectivamente, son dos indicadores financieros que nos permiten analizar, de una forma segura, el posible proyecto de inversión y nos ayudará a disipar con información precisa, esas dudas frecuentes.

Proyectos253 (2024) señala que:

¿Qué es el TIR y cómo se calcula?

La Tasa Interna de Retorno es una fórmula que permite calcular la rentabilidad anual de un proyecto. Es decir, mide la viabilidad de una inversión para saber si generará ganancias o no, lo cual es clave para inversionistas y empresas que necesitan tomar decisiones informadas.

En pocas palabras, podemos afirmar que la TIR resulta un cálculo muy útil para determinar cuál es la tasa de crecimiento esperada para una inversión específica en el periodo de un año o más.

Por lo que funciona como una tasa de descuento, es decir, te permite calcular el valor de los ingresos que obtendrás al finalizar la inversión, tomando como referencia el valor actual del dinero.

La Tasa Interna de Rendimiento es la tasa de descuento cuando el Valor Actual Neto (VAN) se iguala a 0, o sea es la tasa que iguala la suma del valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previstos.

La fórmula más utilizada para calcular el TIR es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t}$$

Ecuación 7. Cálculo TIR.

Fuente: **Proyectos253**

Donde:

- **VAN:** es el Valor Actual Neto o Valor Presente Neto
- **t:** constituye el periodo de tiempo
- **n:** número total de periodos
- **Ft:** flujo neto de caja durante el periodo tiempo
- **I0:** costo total de la inversión inicial
- **TIR:** representa la Tasa Interna de Retorno.

¿Para qué sirve calcular la Tasa Interna de Retorno?

La Tasa Interna de Retorno sirve para elegir proyectos con potencial de crecimiento que aporten beneficios a lo largo del tiempo y para descartar aquellos que producen pérdidas de tiempo o dinero.

De manera general, esta excelente métrica puede ser útil para:

- **Elegir entre varias opciones para financiar**, aquellas que realmente tengan potencial de crecimiento y que, por tanto, sean favorables para tu empresa.
- **Disminuir los riesgos a la hora de invertir** en proyectos inmobiliarios, ya que tienes a mano un cálculo que te ayuda a hacer una buena selección.
- **Presentar informes con datos objetivos** a otros empresarios o decisores involucrados en el proceso.
- **Determinar la viabilidad financiera de un proyecto a largo plazo**, teniendo en cuenta todos los flujos de efectivo asociados con el proyecto, no solo las ganancias iniciales o finales.

Economía3 (2025) señala que:

¿Qué es el VAN?

El VAN es el acrónimo del Valor Actual Neto, también conocido como Valor Presente Neto (VPN). Es uno de los indicadores financieros para valorar y determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de inversión, más conocidos y utilizados. Se determina mediante la actualización de los flujos de gastos e ingresos futuros del proyecto, menos la inversión inicial. Si el resultado de esta operación es positivo, es decir, si refleja ganancia se puede decir que el proyecto es viable.

De esta manera la empresa está en posición de evaluar desde el inicio y con proyección a futuro la viabilidad de su proyecto y los resultados de su inversión. El VAN permite conocer la posible rentabilidad a través de una fórmula matemática. En esta fórmula se utilizan los valores de los flujos de caja (ingresos y egresos de efectivo) actualizados a la fecha presente, descontándolos a una tasa de interés determinada. Y con sus resultados expresados en términos de unidades de valor monetario.

¿Cuál es la fórmula del VAN?

La fórmula más utilizada para calcular el VAN es:

$$VAN = \textit{Beneficio Neto Actualizado (BNA)} - \textit{Inversión Inicial (I_0)}$$

Ecuación 8. Cálculo VAN.

Fuente: Economía3

Donde el BNA es el valor actualizado del flujo de caja que se obtiene al estipular el valor de venta a futuro y aplicarle una tasa de descuento para actualizar su valor al presente. Es decir, se calcula el valor en que podrías vender en el futuro y le aplicas una tasa de interés inversa para estimar ese valor hoy en día.

¿Qué representa el VAN?

El VAN representa la oportunidad que tiene la empresa de evaluar sus inversiones a mediano o largo plazo, conociendo de antemano las posibilidades reales de maximizar el rendimiento de la inversión. De esta forma determinar su viabilidad o no en función de si se logra superar el mínimo rendimiento esperado, según el capital invertido. Para esto se apoya en el análisis de los valores del flujo de caja, actualizándolos al valor presente y restándoles los montos totales de la inversión inicial realizada.

Para realizar esta operación el VAN utiliza los siguientes parámetros:

- ***Inversión inicial***, es el monto total de la inversión realizada para iniciar el proyecto.
- ***Inversión realizada durante el proceso***, excluyendo la inversión realizada inicialmente.
- ***Flujos netos de efectivo***, diferencia resultante entre los ingresos y egresos que se prevén a lo largo del proyecto.
- ***Tasa de oportunidad***, la mínima rentabilidad deseada por la inversión.
- ***Periodo de tiempo***, cantidad de tiempo o número de periodos económicos que se estima durara el proyecto.

Para evaluar la viabilidad del proyecto, existen 3 posibles resultados:

- **VAN = 0**. Si el resultado es igual a cero (0), se determina que el proyecto no dará ganancias ni pérdidas, o sea, es indiferente.
- **VAN > 0**. Cuando el valor obtenido es mayor a cero (0) se asume que el proyecto será rentable.

- **VAN < 0.** Si el valor obtenido es menor a cero (0) se considera el proyecto no viable.

Antecedentes

Internacionales

Antecedente N°1

Título: *Dimensionado de sistema fotovoltaico autónomo para recargar vehículos eléctricos.*

Autor: Yamir Sánchez, Antonio Sarmiento, Pedro Rodríguez y Yunesky Masip.

Año: 2021.

Institución: Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables, CETER (Cuba) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería Mecánica (Quilpue, Chile).

Los autores investigan la viabilidad y los desafíos de recargar vehículos eléctricos utilizando un sistema fotovoltaico autónomo aislado. El estudio se enfoca en dimensionar y evaluar la capacidad de este sistema para suministrar energía a una flota de 14 vehículos eléctricos, tomando en cuenta factores como la radiación solar disponible y las limitaciones de la red eléctrica. Los autores basaron sus análisis mediante la aplicación del Modelo de Comportamiento Mensual y el uso de simuladores HOMER (Modelo de Optimización de Sistemas Híbridos Eléctricos Renovables). El sistema requería una potencia de 40 kWp y debía generar 140 kWh diarios para cubrir la demanda energética estimada. Al final, los resultados demostraron que, bajo las condiciones simuladas, con la recarga únicamente los fines de semana, el sistema solo logró cubrir el 70 % del consumo requerido, evidenciando limitaciones tanto del modelo de estimación como del sistema fotovoltaico ante las variaciones de la fuente solar. Este estudio también resalta la importancia del uso de herramientas de simulación precisas para el dimensionamiento de sistemas de energías renovables, especialmente cuando están destinados a aplicaciones de alta demanda energética como la movilidad eléctrica. La investigación también examina la dependencia de la infraestructura energética para la adopción masiva de vehículos eléctricos y cómo las soluciones

renovables pueden contribuir a un transporte más sostenible, aunque con ciertas limitaciones en la cobertura energética.

Antecedente N°2

Título: ***Diseño y Evaluación de un Sistema Fotovoltaico Aislado para Iluminación en Vías Rurales y Carga de Vehículos Eléctricos Basado En Un Enfoque Multipropósito***

Autor: Jonathan Villareal y Cristian Cuji.

Año: 2024.

Institución: Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador).

En este estudio se propuso la implementación de sistemas solares fotovoltaicos de alta eficiencia para aplicaciones multipropósito. Se diseñó un sistema autónomo capaz de abordar simultáneamente la iluminación pública, telecomunicaciones y la carga de vehículos eléctricos livianos, tomando provecho de la energía solar como fuente. Para la evaluación se tomaron herramientas como el software DiaLux para garantizar niveles de iluminación adecuados, y métodos como Glover y McCulloch para optimizar la disponibilidad de recurso solar. En el estudio se tomaron en cuenta concentradores solares fotovoltaicos con eficiencias de alrededor 170% y que superan los convencionales de alrededor 17%, lo que destaca como un gran avance de dicha tecnología. Destacan que la instalación de estos sistemas son claves para facilitar la expansión de uso de autos eléctricos sin sobrecargar el sistema eléctrico convencional, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases contaminantes.

Antecedente N°3

Título: ***Determinación del punto óptimo de potencia en paneles fotovoltaicos mediante el modelo de Liu & Jordan considerando variables difusas.***

Autor: Luis Tipán, David Fiallos y Manuel Jaramillo

Año: 2022.

Institución: Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador).

Diversos estudios han demostrado que el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos depende directamente de factores como la orientación, la inclinación y las condiciones ambientales del lugar

de instalación. La investigación se basa en el modelo solar de Liu & Jordan, el cuál propone un modelo matemático para determinar el punto óptimo de potencia de salida de un panel fotovoltaico, considerando variables climáticas como temperatura, humedad y suciedad acumulada. Los resultados indican que, en ubicaciones ecuatoriales, la orientación óptima del panel se encuentra cercana a 0° , mientras que la inclinación mínima recomendada no debe ser inferior a 10° , con el fin de facilitar la autolimpieza natural mediante escurrimiento. Además, se determinó que en el mediodía es el momento con mayor captación de irradiación solar, dado que el ángulo horario solar tiende a cero y los rayos solares inciden perpendicularmente sobre la superficie del panel. Si las regiones poseen alta acumulación de polvo, como zonas desérticas, el rocío matutino puede generar lodo sobre los paneles, disminuyendo considerablemente la eficiencia, y es por esto que se recomienda implementar rutinas de mantenimiento complementarias. Se resalta la importancia de optimizar tanto el diseño físico del sistema como sus condiciones de operación para garantizar un aprovechamiento energético eficiente y sostenible.

Antecedente N°4

Título: ***Estimación de la Demanda de una Estación de Carga para Vehículos Eléctricos Mediante la Aplicación de Métodos Probabilísticos.***

Autor: Julio Lascano, Roberth Saraguro, Carlos Quinatoa, Jessy Tapia y Luis Chiza.

Año: 2023.

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi (Latacunga, Ecuador) y Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador).

En dicho estudio se hace una evaluación de la creciente incorporación de vehículos eléctricos en los sistemas de transporte, y que ha generado nuevas exigencias sobre la infraestructura eléctrica, sobre todo en la planificación y operación de redes de distribución. Estas investigaciones han abordado esta problemática mediante el uso de herramientas de simulación que permiten representar la incertidumbre inherente a la demanda de carga de los autos eléctricos. En el estudio se desarrolla la simulación de Montecarlo para la estimación de demanda en estaciones de carga, en el cual se generaron escenarios aleatorios que consideran variables como el número de vehículos conectados y sus respectivos niveles de carga. Este enfoque probabilístico, implementado con herramientas como PowerFactory para la modelación del sistema eléctrico y

Python para el procesamiento estadístico, ha demostrado ser eficaz en la identificación de condiciones críticas de operación. Además, se evalúa el impacto de la integración de sistemas de generación fotovoltaica, evidenciando beneficios significativos en la mejora del perfil de voltaje del sistema ante la presencia de estas nuevas cargas. Estos estudios resaltan la necesidad de contar con metodologías robustas y normativas específicas que permitan evaluar adecuadamente el impacto de los autos eléctricos sobre la red eléctrica, promoviendo una planificación más eficiente.

Antecedente N°5

Título: *Electromovilidad en Perú: presente y futuro de los autos eléctricos.*

Autor: Dirección de Gestión del Conocimiento.

Año: 2023.

Institución: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

En dicho documento se remarca que la electromovilidad se ha convertido en un componente fundamental de las estrategias globales para mitigar el cambio climático y mejorar la eficiencia energética en el sector transporte. Se menciona que, en el caso de Perú, aunque el mercado de vehículos eléctricos aún representa una proporción reducida del total de ventas de automóviles, por ejemplo, un 1% en 2022, se ha observado un crecimiento significativo en los últimos años. Entre 2018 y 2022, la venta de vehículos electrificados aumentó en más del 113%, impulsada principalmente por la demanda de autos híbridos convencionales. Este avance evidencia un cambio del perfil vehicular en este país pero que, en similitud a Costa Rica, existen desafíos importantes como el alto costo de adquisición y la escasa infraestructura de carga a nivel nacional. Se incluye también proyecciones que estiman que para el año 2031, los autos eléctricos representarán el 9.7% del automotor en Perú y el 25% de las ventas anuales, con un potencial de reducción de emisiones estimado en 12.2 millones de toneladas de CO₂ para el año 2030. En fin, si hacemos un análisis comparativo con Costa Rica, podríamos estimar un escenario muy similar, donde la tendencia al cambio de tecnologías de transporte, buscan migrar a la electromovilidad. Y si nos basamos en el contexto del proyecto de tesis, uno de los principales obstáculos que surgen son acerca de la falta de infraestructura, por ejemplo, las pocas opciones de centros de carga eléctrica vehicular.

Antecedente N°6

Título: *Caracterización de Energía Solar Fotovoltaica utilizando el Modelo Aniso Trópico de Muneer*

Autor: Luis Tipán y Esteban De La Torre.

Año: 2021.

Institución: Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador).

Los autores desarrollan la idea que la caracterización precisa del recurso solar se ha convertido es un factor fundamental para el diseño y dimensionamiento eficiente de sistemas fotovoltaicos. El estudio compara modelos de estimación de irradiancia, entre los cuales destaca el modelo anisotrópico de Muneer. Con este modelo se obtiene una mejor representación de la irradiancia difusa, diferenciando entre superficies sombreadas y no sombreadas, así como entre condiciones de cielo cubierto y despejado. Las aplicaciones prácticas, como la del sistema fotovoltaico de la Universidad Politécnica Salesiana, demuestran que el modelo de Muneer permite estimaciones más altas de generación energética en comparación con sistemas reales y otros modelos como el de Liu & Jordan. Es por esto que su uso podría traducirse en una reducción de la inversión inicial en proyectos solares, al requerirse menos paneles para satisfacer una misma demanda energética. También, este modelo ayuda a la determinación del ángulo óptimo de inclinación para los paneles, lo cual es de suma importancia ya que esto maximiza la captación de la radiación solar. Estos resultados son muy útiles en lugares con climas muy cambiantes, y ayuda a mejorar la confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos en posibles condiciones desfavorables.

Nacionales

Antecedente N°1

Título: *Análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos con almacenamiento de energía para clientes con tarifa residencial en Costa Rica.*

Autor: Víctor Vega, María Isabel Blanco y Aramis Pérez.

Año: 2023.

Institución: Universidad de Costa Rica.

Dentro de los diferentes estudios ya realizados, para obtener el aprovechamiento óptimo de la energía solar como fuente renovable, la variabilidad por factores meteorológicos y geográficos representa una limitación significativa para su integración eficiente en los sistemas eléctricos. Parte de los sistemas que integran dicha tecnología y mitigar esta variabilidad, la solución ampliamente estudiada es el almacenamiento energético mediante baterías, ya que permite optimizar el uso de la generación fotovoltaica y asegurar el abastecimiento de carga en momentos de baja producción solar.

Los autores en este estudio técnico y económico desarrollado en el contexto de Costa Rica analizaron un sistema fotovoltaico con y sin almacenamiento por baterías, orientado al sector residencial con tarifa plana. El análisis incluyó el desarrollo de un modelo detallado de generación solar y flujos de potencia, en el cual se evidenció desde el punto de vista energético, que los sistemas fotovoltaicos con baterías permiten un mayor grado de aprovechamiento de la energía generada.

Pero, en términos económicos, se determinó que actualmente es más rentable instalar sistemas fotovoltaicos sin almacenamiento, debido al alto costo inicial de las baterías. Sin embargo, el estudio también concluye que, ante una eventual reducción en los precios de estos sistemas de almacenamiento, como se espera en un futuro, su implementación podría volverse viable en un mediano plazo.

Gracias a este tipo de análisis, contribuye a un entendimiento más claro de los impactos técnicos y económicos de integrar almacenamiento en sistemas solares, para considerar en futuros diseños de sistemas energéticos, especialmente en contextos donde se busca fomentar la generación distribuida y la sostenibilidad del sistema eléctrico.

Antecedente N°2

Título: *Diseño para la instalación de una electrolinera de carga rápida para vehículos eléctricos con alimentación solar.*

Autor: Alejandro Rojas González.

Año: 2019.

Institución: Universidad Internacional de las Américas (Costa Rica).

En la tesis el autor, presenta la evaluación de dos escenarios: el primero dependía de la red de distribución eléctrica, lo que implicaba asumir costos fijos y variables establecidos por la ARESEP (Autoridad Regulatoria de Servicios Públicos), mientras que el segundo integraba un sistema fotovoltaico para generar el 100% de la energía requerida, permitiendo minimizar el consumo de la red eléctrica y aprovechar el excedente generado. Mediante un estudio financiero a 20 años, se determinó que el segundo escenario era más favorable debido a su capacidad de reducir significativamente los costos operativos y de consumo. La inversión inicial en el sistema solar se recuperaría en un período estimado de 4 años, lo que representa una opción sostenible y económicamente eficiente.

Desde una perspectiva energética y ambiental, el sistema fotovoltaico no solo contribuye a la autosuficiencia del proyecto, sino que también reduce la dependencia de fuentes de energía convencionales y disminuye la huella de carbono del transporte eléctrico. Además, al conservar la conexión a la red eléctrica, se garantiza estabilidad en la operación de la electrolinera al poder inyectar excedentes y extraer energía cuando sea necesario. Con resultados financieros favorables, un VAN y TIR positivos, y la posibilidad de reducir costos operativos, la propuesta basada en energía fotovoltaica se consolida como una solución óptima y sostenible para la expansión de la movilidad eléctrica en el país.

Antecedente N°3

Título: *Estudio de cargabilidad eléctrica de un condominio vertical ubicado en Escazú para suplir energía a un centro de carga con cargadores inteligentes marca Wallbox.*

Autor: Nadja Monge Mora.

Año: 2024.

Institución: Universidad Internacional de las Américas (Costa Rica).

En la tesis la autora, se enfoca en la viabilidad de implementar un sistema de carga en el parqueo de un condominio vertical en Escazú, en respuesta a la creciente demanda de infraestructura adecuada para la carga de vehículos eléctricos. Con base en el Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica, que proyecta que un 30% de la flota de vehículos privados e institucionales será eléctrica para el año 2035, se ha identificado la necesidad de adaptar las infraestructuras eléctricas existentes para facilitar este cambio. Actualmente, el parqueo del condominio no contaba con una infraestructura apta para abastecer la demanda de carga de los residentes, y los costos de instalación o renovación con métodos tradicionales son elevados. Por esta razón, ella propone la implementación de cargadores inteligentes Wallbox, los cuales se adaptan eficientemente a la infraestructura existente y cumplen con la demanda de carga requerida.

El diseño del centro de carga se fundamenta en parámetros y requerimientos técnicos para atender de manera eficiente el incremento en la demanda de energía. Se analiza la necesidad de modificaciones en la infraestructura eléctrica y de obra civil, considerando las condiciones actuales del condominio. Luego de determinar las necesidades específicas, se realiza una selección del modelo de cargador estacionario Wallbox más adecuado y se diseña la disposición estratégica de los puntos de carga en el parqueo. Para evaluar la viabilidad económica de esta propuesta, se comparan los costos de instalación de los métodos tradicionales con los costos de implementación de los cargadores Wallbox. Los resultados del análisis financiero indican que la adopción de cargadores inteligentes no solo reduce los costos de instalación y operación, sino que también optimiza el consumo energético, ofreciendo una solución sostenible y económicamente viable para la movilidad eléctrica en entornos residenciales.

Antecedente N°4

Título: *Diseño de sistemas fotovoltaicos basados en estudios de sitio.*

Autor: Verónica Alpízar Gutiérrez.

Año: 2021.

Institución: Universidad de Costa Rica.

La autora expone que, por el acelerado crecimiento en la demanda energética a nivel mundial, y por los cambios climáticos, se ha impulsado el uso de energías renovables, entre ellas la energía fotovoltaica, como una solución viable. Además, en Costa Rica, bajo este contexto se ha dado un aumento de proyectos solares tanto residenciales como industriales, y esto directamente genera la necesidad de hacer estudios para optimizar el diseño y la implementación de estos sistemas.

En esta investigación se enfocó en desarrollar una herramienta que permita estimar de manera realista el impacto de sombras provocadas por edificaciones u objetos cercanos a los paneles fotovoltaicos y lo desarrolló en cinco etapas: cálculo de la posición solar, optimización de ángulos de orientación e inclinación de módulos, estimación térmica de la producción solar, análisis digital del entorno mediante imágenes del sitio, y validación del modelo con datos de la plataforma llamada SolarEdge.

Con el modelo que propuso permite evaluar cómo la presencia de obstáculos afecta la irradiancia y por lo tanto la generación de energía. Además, lo aplicó en un caso de San Pedro de Montes de Oca, y determinó que modificar la orientación e inclinación de los módulos, tomando en cuenta el horizonte y el sombreado, puede aumentar de gran manera la producción energética y también que al no considerar las sombras para la estimación energética puede conducir a errores de hasta un 5,26% en la producción esperada.

La idea de aplicar estos conocimientos va a ayudar a mejorar la precisión de las estimaciones y optimizar la generación energética.

Antecedente N°5

Título: *Estudio de prefactibilidad para la instalación de centros de recarga para vehículos eléctricos en el Campus Central del Instituto Tecnológico de Costa Rica.*

Autor: Angie Bejarano Gómez.

Año: 2020.

Institución: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Esta investigación desarrollada en el Tecnológico de Costa Rica (TEC) evaluó la prefactibilidad técnica y económica de implementar centros de recarga para vehículos eléctricos dentro de su Campus Central. El estudio consideró tanto la infraestructura necesaria para dar servicio a estudiantes, docentes y administrativos, como una solución exclusiva para una futura flota institucional completamente eléctrica.

La autora en el proyecto incluye el diseño del sistema eléctrico conforme a la normativa del NEC (Código Eléctrico Nacional), con un análisis sobre ubicación óptima de cargadores, dimensionamiento de componentes eléctricos y la evaluación de posibles puntos de sobrecarga en la red interna. También, propone como una alternativa la incorporación de fuentes de energía distribuida, como solar o eólica, para evitar el colapso de la red local.

A nivel financiero, desarrolló un flujo de caja para con o sin amortizaciones que dio como resultando en indicadores positivos de VAN y TIR, lo que demuestra la viabilidad económica del proyecto. Sin embargo, el estudio también identificó que la legislación costarricense actual (Ley N° 9518 y Ley N° 7593) impide implementar sistemas de cobro por el uso de cargadores en este caso específico.

Este proyecto desarrollado va a ser de gran referencia para la investigación de la implementación de los cargadores eléctricos en el condominio ya que posee: análisis normativos, técnicos, energéticos y económicos.

Antecedente N°6

Título: *Movilización vehicular y medio ambiente, ¿son los autos eléctricos la ruta hacia una solución definitiva?: el caso costarricense.*

Autor: Elmer Ramírez Chaves.

Año: 2024.

Institución: Universidad Técnica Nacional (Costa Rica).

El autor expone que, en Costa Rica, el impulso hacia la movilidad eléctrica ha sido significativo, ya que se ha favorecido con políticas públicas e incentivos que han estimulado el crecimiento de la flota vehicular eléctrica privada, superando los 14.000 vehículos eléctricos en circulación en mediados del 2024. Los dueños de estos autos han estado motivados tanto por el interés ambiental como por la percepción de ahorro económico en combustible y mantenimiento. Sin embargo, a pesar de esto, aún existen importantes vacíos en las políticas nacionales sobre el manejo de los residuos que estos generarán, especialmente los relacionados con baterías de iones de litio.

En esta investigación también se menciona la falta de planificación concreta en los planes nacionales (como el Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050 y el Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018–2030). Mientras se enfocan más en la expansión de la infraestructura de recarga y el aumento del número de vehículos eléctricos, el manejo de los desechos y la economía relacionada a estas tecnologías queda en un segundo plano.

También se cuestiona la sostenibilidad del modelo costarricense como referente global, debido a su dependencia de una matriz eléctrica en gran parte hidroeléctrica.

Finalmente, se plantea importantes interrogantes sobre el verdadero impacto ambiental de la movilidad eléctrica y la necesidad urgente de políticas integrales que aborden su ciclo de vida completo.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la investigación

En este proyecto se desarrollará el tipo de investigación con un enfoque cuantitativo no experimental, esto según lo planteado en el problema de la investigación y los objetivos del proyecto, ya que según menciona Hernández et al. (2014, p.5) según las características del enfoque cuantitativo, existe **la necesidad de medir y cuantificar** ya que esto permite estimar la frecuencia y magnitud de los fenómenos investigados, además se da **la formulación y prueba de hipótesis** por que se basa en la construcción de hipótesis derivadas de teorías existentes, **el uso de instrumentos estandarizados y análisis estadístico** por las mediciones objetivas de variables y uso de métodos estadísticos y además **el control de variables y objetividad** de lo investigado.

Método de investigación

Según menciona Hernández et al. (2014, p.5) “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” por lo tanto, por la naturaleza y necesidad del proyecto se desarrollará un como un tipo de método de investigación no experimental transversal, ya que no se pretende manipular variables si no que medirlas y analizarlas para poder aplicar según se requiera y además obtener una visión general de la situación específica a evaluar.

Fuentes de información

Para la siguiente investigación se presenta las fuentes de información utilizadas para el desarrollo del proyecto de la instalación de cargadores solares fotovoltaicos para vehículos eléctricos en el Condominio Tierras de Café. Estas fuentes incluyen a los sujetos como objetos de estudio que ayudarán a comprender el tema a investigar, para poder generar los datos relevantes para el diseño y propuesta del sistema.

La población principal estará compuesta por los residentes del Condominio Tierras de Café, específicamente aquellos propietarios que ya poseen un vehículo eléctrico o que han manifestado su intención de adquirir uno en el corto o mediano plazo. Se aplicará un muestreo intencional, seleccionando a los participantes con base en su experiencia directa con la movilidad eléctrica. Se incluirán residentes activos del condominio, con acceso al espacio de estacionamiento público y privado de sus hogares. Se excluirán personas que no residan de manera permanente o que no

tengan interés en el uso de vehículos eléctricos. Además, se incluirá personas de la administración del condominio para obtener información sobre aspectos técnicos, normativos y logísticos internos del condominio.

Por otro lado, se incluirá también instituciones nacionales y entes estatales, tales como ESPH, MINAE, Municipalidad de Heredia, CFIA (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos) y la ARESEP, que proporcionarán la información relacionada a costos de interconexión, tarifas, normativas y regulaciones requeridas, que se deberán de contemplar en la propuesta y análisis.

También se utilizarán como fuentes de información, objetos técnicos como los medidores de consumo eléctrico actuales, las instalaciones eléctricas del condominio, y los espacios disponibles para la instalación de paneles solares. Se recopilarán datos técnicos mediante inspecciones in situ y revisión de planos eléctricos. Por otra parte, se consultarán empresas proveedoras de sistemas fotovoltaicos y cargadores eléctricos, para conocer costos, capacidades tecnológicas y experiencias previas de implementación, para poder seleccionar con estos criterios el diseño y tecnología más adecuada a instalar según las necesidades del proyecto. La muestra, en este caso, será de tipo no probabilística, seleccionada por conveniencia, enfocándose en empresas nacionales con experiencia en proyectos similares. Con esta combinación de sujetos y objetos de estudio se permitirá abordar el problema de investigación de una forma más integral.

Variables o unidades de análisis

Objetivo	Variable	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
Evaluar la demanda energética y perfil de uso de carga vehicular en el condominio.	Datos de demanda energética en el condominio y perfil de uso vehicular por parte de los condóminos.	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo promedio diario (kWh). - Horarios de carga (h, ciclos de carga). - Tipo y cantidad de vehículos eléctricos. 	La demanda energética es la cantidad de energía requerida por los vehículos eléctricos para su funcionamiento, y el perfil de uso indica los	Aplicación de encuestas (formularios) y revisión de datos de consumo eléctrico a los condóminos.	Puntos en la encuesta sobre: tipo de vehículo eléctrico (información técnica), frecuencia de carga, horarios usuales, consumo

			patrones de utilización y carga.		mensual estimado. Estudio de mercado sobre tipos y marcas de vehículos con mayor importación en el país.
Analizar el marco legal y regulatorio aplicable al sistema fotovoltaico.	Marco legal y regulatorio.	<ul style="list-style-type: none"> - Normativas técnicas. - Permisos requeridos. - Requisitos y restricciones municipales. 	Conjunto de leyes, normas y reglamentos que regulan la implementación de sistemas fotovoltaicos en contextos residenciales.	Revisión documental y análisis de la legislación y normativa vigente.	Normas y reglamentos ambientales, eléctricos y requisitos municipales.
Proponer un sistema técnico acorde a las necesidades energéticas y normativas vigentes.	Sistema técnico propuesto.	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de cargador de tecnología fotovoltaica disponible en el mercado. - Capacidad instalada del condominio (kW) - Compatibilidad con infraestructura 	Un sistema técnico es el conjunto de componentes físicos y tecnológicos diseñados para satisfacer una necesidad energética específica.	Desarrollo de un diseño técnico del sistema con mediciones de variables técnicas, y modelados.	Cálculos sobre ubicación óptima, selección del cargador, paneles, baterías, inversor u otros componentes técnicos complementarios necesarios.

		existente del condominio.			
Determinar un plan de operación, mantenimiento y monitoreo del sistema.	Actividades de operación y mantenimiento.	Conjunto de actividades técnicas y administrativas destinadas a asegurar el buen funcionamiento continuo del sistema fotovoltaico.	Frecuencia de mantenimiento idóneo (mensual, trimestral, etc.), procedimientos de monitoreo (manuales de servicio o usuario) y vida útil esperada (años).	Selección de un diseño de plan de mantenimiento preventivo y correctivo.	Documento técnico con cronograma de mantenimiento, formatos de inspección, y metodología de monitoreo.
Establecer la viabilidad económica y financiera del proyecto fotovoltaico.	Viabilidad económica y financiera.	<ul style="list-style-type: none"> - Costo inicial. - Ahorro proyectado. - Tiempo de recuperación de inversión. 	Capacidad del proyecto para generar beneficios económicos frente a los costos, incluyendo inversión inicial y posible ahorro a futuro.	Análisis de factibilidad económica usando proyecciones financieras.	Hoja de cálculo de flujo de caja, VAN, TIR y análisis financiero correspondiente.

Tabla 2. Matriz de Conceptualización.

Fuente: Elaboración propia, 2025

Instrumentos

Como parte de los instrumentos y procedimientos para desarrollar del proyecto, gran parte se basará en la recolección de datos e información necesaria para elegir la mejor propuesta y diseño

de instalación de los cargadores solares fotovoltaicos, en el Condominio Tierras de Café. A continuación, se detallan estos instrumentos:

- Cuestionarios o entrevistas estructuradas, que permitirá obtener información precisa de los hábitos de consumo, frecuencia de uso de los vehículos eléctricos y expectativas en cuanto a la infraestructura de carga, así como los datos técnicos de los vehículos.
- Consultas a entidades estatales e instituciones que brinden información de las importaciones en la actualidad de autos eléctricos, para analizar los aspectos, como datos técnicos de estos y así decidir sobre qué tipo de tecnología se debe enfocar el desarrollo de la propuesta de los cargadores.
- Revisión y uso de documentos técnicos sobre la tecnología a diseñar e instalar de los cargadores de los vehículos eléctricos, así como sobre la ingeniería relacionada.
- Consultorías y asesorías con expertos en el tema de cargadores para vehículos eléctricos.
- Solicitud de cotizaciones y propuestas de proveedores expertos en la tecnología de cargadores fotovoltaicos, así como la asesoría de profesionales en la ingeniería electromecánica, para tomar la decisión más idónea en relación con el diseño y tecnología.

Proceso para la recolección y análisis de datos

El proceso de recolección de datos iniciará con las fuentes de información iniciales, que incluyen a los residentes del Condominio Tierras de Café, personal administrativo del condominio, comisión de ingeniería y construcción del condominio y personal técnico. Este primer contacto se realizará mediante una reunión, explicando los objetivos de la investigación y solicitando la colaboración, para poder obtener la información necesaria. Posteriormente se hará la recolección de los datos con herramientas como programas de computación y similares, se aplicarán los instrumentos previamente validados, tanto en físico como digital.

Respecto al contexto del proyecto se desarrolla dentro del Condominio Tierras de Café en Heredia, en las áreas comunes donde se evalúa instalar el sistema fotovoltaico para centros de carga de vehículos eléctricos. La finalidad es que el entorno residencial permita evaluar las condiciones técnicas y sociales para la implementación del sistema más adecuado para el condominio y sus residentes.

Parte de los instrumentos utilizados para la recolección de los datos están los cuestionarios o entrevistas, que irán dirigidos a los residentes del condominio, que ayudará a conocer la

disposición del uso de los vehículos eléctricos y opinión sobre la necesidad del uso de cargadores eléctricos en las zonas comunes, y la implementación de la tecnología solar fotovoltaica. La idea es compartir estos formularios de manera digital para facilitar su acceso y recopilación de los datos.

Luego mediante la observación en los posibles sitios a instalar, permitirá registrar aspectos como la orientación e inclinación de los paneles solares, los niveles de radiación solar, infraestructura eléctrica disponible, y potencial ubicación de los cargadores. Estas visitas se pretenden hacer en conjunto con expertos en el tema, para obtener un criterio más robusto sobre los aspectos técnicos.

Para el procedimiento de análisis de datos, cuando ya sea recolectada la información, se recopilará y organizará dicha información en una base de datos en hojas electrónicas de Microsoft Excel, así como herramientas de recopilación de información texto en Microsoft Word, fotografías, entre otros.

Con los datos obtenidos del formulario compartido a los condóminos, se analizarán para identificar los patrones de la información relevante por parte de los residentes hacia la propuesta de los cargadores fotovoltaicos. Además, la información y datos recopilados de las visitas de observación serán utilizados para realizar un análisis técnico del espacio y condiciones físicas del condominio, para determinar la factibilidad del diseño del sistema a proponer.

Este análisis permitirá integrar tanto el aspecto social como la técnica de la investigación, asegurando de manera integral la toma de decisión respecto a la viabilidad tanto técnica como financiera del diseño de los cargadores solares para los autos eléctricos en el condominio.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se va a desarrollar el estudio y análisis de la solución de la propuesta de los cargadores para vehículos eléctricos del Condómino Tierras de Café. Se va a ir desarrollando desde la obtención de la posible demanda, se va a revisar la legislación correspondiente y se va a valorar opciones de implementación que se adapten a las necesidades de los condóminos. Se pretende evaluar los siguientes modelos de sistemas:

- Totalmente autónomo alimentando los cargadores con solamente paneles solares.
- Modelo con cargadores tipo híbridos, con paneles solares y banco de baterías.
- Modelo de paneles solares y respaldo con alimentación de la red eléctrica convencional pública.
- Cargadores convencionales semi rápidos alimentados solamente por red eléctrica.

Infraestructura de distribución eléctrica actual en el área común del condominio.

Como antecedente a considerar el condominio Tierras de Café consta de una instalación eléctrica abastecida por ESPH, con una infraestructura de distribución de tipo subterránea. Se analiza la posibilidad de utilizar la infraestructura actual del condominio, entre estos los espacios de parqueo en el área común del condominio. La alimentación eléctrica actual soporta las cargas eléctricas de la casa club, parque de skate, gimnasio, cancha de tenis, cancha de futbol 5 e iluminación externa.

Además, es importante indicar que las líneas eléctricas son públicas administradas por ESPH. Se tiene una alimentación por medio de transformadores de tipo pedestal monofásico 120/240 V con una capacidad de 100 kVA cada uno. Se detalla la distribución eléctrica desde la acometida hacia las cargas del área común, en el diagrama unifilar que se detallan en la Figura 22.

Se efectuó una visita en el sitio por parte de personal de ESPH para evaluar la capacidad instalada de la infraestructura actual, sin embargo dicho personal no brindó los datos solicitados, explicando que ellos no tienen los planos eléctricos de la instalación o información de la cargabilidad actual y la administración tampoco posee la información requerida.

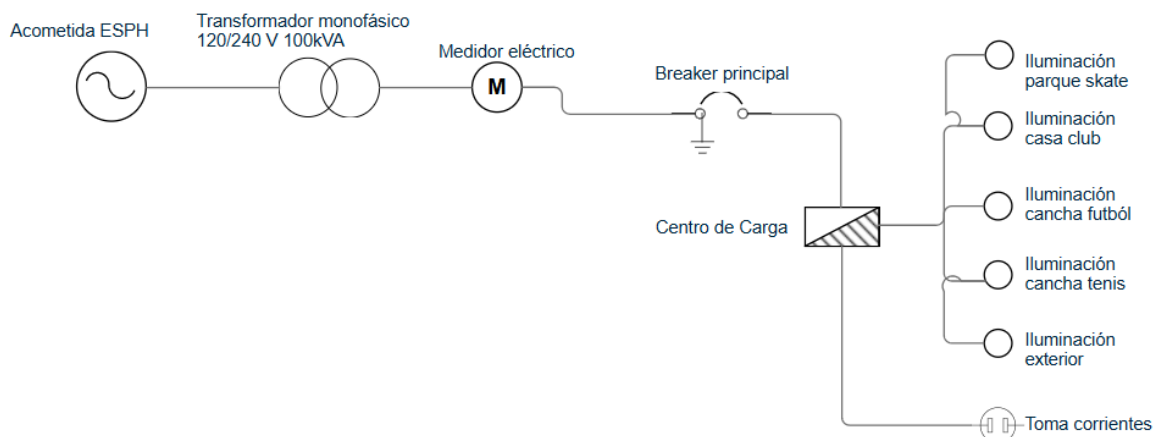


Figura 23. Diagrama unifilar del área común.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Demanda energética, necesidades de carga y perfil vehículos eléctricos.

Para lograr la evaluación de la demanda energética se utilizaron 2 métodos, una fue una revisión visual de los autos por cada casa del condominio, lo cual generó los resultados resumidos en la Tabla 3, y en esta tabla se obtuvo la cantidad, marcas y modelos de los vehículos y mediante la búsqueda de las fichas técnicas, la capacidad de las baterías, y mediante estos datos se calcularon los tiempos de recarga de dichos autos, los datos muestran un promedio de **capacidad de carga de las baterías promedio de 70 kWh** por lo tanto los tiempos de **carga de 0% a 80% de 7.5 horas, de 0 a 100% de 9.5 horas**, utilizando **cargadores semi rápidos de 7.4 kW**. Se selecciona esta capacidad de cargadores, ya que este es el común instalado para cargadores semi rápidos. Dicha información se detalla en la Tabla 3.

Marca	Cantidad	Modelo	Bateria (kWh)	Tiempo (h) Carga 80% (Cargadores 7.4 kW)	Tiempo (h) Carga 100% (Cargadores 7.4 kW)
BYD	4	S1 Pro	45	4.9	6.1
BMW	3	iX1	67	7.2	9.0
Geely	2	EX5	60	6.5	8.1
Cherry	2	iCar03	67	7.2	9.0
Nissan	1	Leaf	40	4.3	5.4

Audi	1	E-tron 50 quattro	95	10.3	12.8
Volvo	1	EX40	69	7.5	9.3
Audi	1	Q8	106	11.5	14.3
Xpeng	1	G9	98	10.6	13.2
BMW	1	i4	80	8.6	10.8
BMW	1	i3	42	4.6	5.7
Zeekr	1	001´	100	10.8	13.5
KIA	1	EV9	100	10.8	13.5
BYD	1	Song Plus	72	7.8	9.7
KIA	1	EV5	64	6.9	8.7
MG	1	Marvel R	70	7.6	9.5
JAC	1	e-JS1	31	3.4	4.2
Geely	1	Geometry C	70	7.6	9.5
GAC	1	AION V 70	63	6.8	8.5
Cantidad	26	Promedios	70	7.5	9.5

Tabla 3. Información autos eléctricos de residentes de Condominio Tierras de Café.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Con el segundo método se implementó una encuesta a los residentes del condominio solicitando información del perfil de carga, gasto promedio mensual, entre otros. La información detallada se resume en la Tablas 4.1, 4.2 y 4.3.

¿Modelo de dicho(s) vehículo(s) es/son?	¿Cuenta con cargador propio en su hogar?	¿Con qué frecuencia en promedio carga su(s) vehículo(s), en su hogar?
S1 Pro	Sí	1 vez por semana
Ev5	Sí	1 vez por semana
ID3	Sí	1 vez por semana
Rd6	Sí	1 vez por semana
ZS EV	Sí	2 veces por semana
EX5	Sí	2 veces por semana
ID4	Sí	Cada 10 días
ID6	Sí	1 vez por semana
ETron	Sí	3 veces por semana
Id4	Sí	1 vez por semana
S1Pro	Sí	Cada 2 semanas
iX1	Sí	1 vez x mes
ZS EV	Sí	1 vez por semana
iX1	Sí	1 vez por semana

S1	Sí	2 veces por semana
Leaf	Sí	1 vez por semana
G3i	Sí	1 vez por semana
ID Unix	Sí	1 vez por semana
S1 pro	Sí	1 vez por semana
AION V 70 2021	Sí	1 vez por semana
EX5	Sí	1 vez por semana
Outlander Híbrido	Sí	Diario
Ev5	Sí	1 vez por semana
ID3	Sí	1 vez por semana
Aion V plus	Sí	1 vez por semana
Q8	Sí	1 vez por semana

Tabla 4.1 Resultados encuesta a condóminos con vehículos eléctricos.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

¿Utiliza su auto a parte de uso personal, también para trabajar (Uber, auto de empresa, etc)?	¿Conoce usted el sobre precio en colones aproximado del consumo mensual de la carga de su vehículo?	Digite el monto estimado en colones del consumo mensual
No	Sí	30000
No	Sí	25000
No	Sí	25000
Sí	Sí	25000
No	Sí	30000
No	Sí	30000
No	Sí	20000
No	Sí	20000
Sí	Sí	40000
No	Sí	10000
No	Sí	9000
No	Sí	6000
No	Sí	30000
No	Sí	30000
No	Sí	20000
No	Sí	6500
No	Sí	20000
No	Sí	20000
No	Sí	20000
No	Sí	50000
Sí	Sí	25000

Sí	Sí	25000
No	Sí	40000
No	Sí	40000
No	Sí	25000
No	Sí	50000

Tabla 4.2 Resultados encuesta a condóminos con vehículos eléctricos.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

¿Utiliza cargadores públicos de carga rápida o semi rápida?	¿Con qué frecuencia los utiliza?	¿Estaría de acuerdo que se instalen cargadores para vehículos eléctricos en los parqueos de las áreas comunes del Condominio?	¿Estaría dispuesto a mover su vehículo al finalizar la carga total de su vehículo?
No		No	Sí
No		No	No
No		No	No
Sí	Al menos 1 vez por mes	Sí	Sí
Sí	Al menos 1 vez por mes	Sí	Sí
Sí		Sí	Sí
No		Sí	Sí
No		No	Sí
Sí	Cuando salgo de San José	Sí	Sí
No		No	Sí
No		Sí	Sí
No		Sí	Sí
Sí	En 18 meses solo lo he usado 3 veces	Sí	Sí
Sí	En 18 meses solo lo he usado 3 veces	Sí	Sí
Sí	Esporádicamente en viajes largos	Sí	Sí
No		Sí	Sí
No		Sí	Sí
No		Sí	Sí
No		No	No
Sí	Al menos 1 vez por mes	Sí	Sí
Sí	Al menos 1 vez por mes	Sí	Sí
Sí		Sí	Sí
No		No	No
No		No	No
Sí	Solo en paseos	Sí	Sí
Sí	1 vez por trimestre	Sí	Sí

Tabla 4.3 Resultados encuesta a condóminos con vehículos eléctricos.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De estos datos obtenidos de la encuesta a Condóminos con vehículos eléctricos, lo más destacado es que **todos poseen un cargador propio para sus vehículos**, la mayoría de los condóminos en promedio **cargan cada auto 1 vez por semana, están de acuerdo en que se instalen cargadores en los parqueos de zonas comunes**, también no tienen problema en mover sus autos de los espacios de parqueo después de finalizar la recarga y el consumo eléctrico promedio de carga es **de 26,000 colones mensuales por cada auto**.

Tendencia del posible aumento de la flota vehicular en el país y del condominio.

Las proyecciones de ASOMOVE (Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica, 2025), señalan que al finalizar el año 2025 la flota de vehículos eléctricos en Costa Rica cerrará con 29,000 unidades, dichos datos de la acumulación anual se muestran en la gráfica de la Figura 23. Además, se observa que entre el año 2023 y 2024, se dio un incremento de 9,647 autos y del 2024 al 2025 se espera un incremento de 10,478 autos.

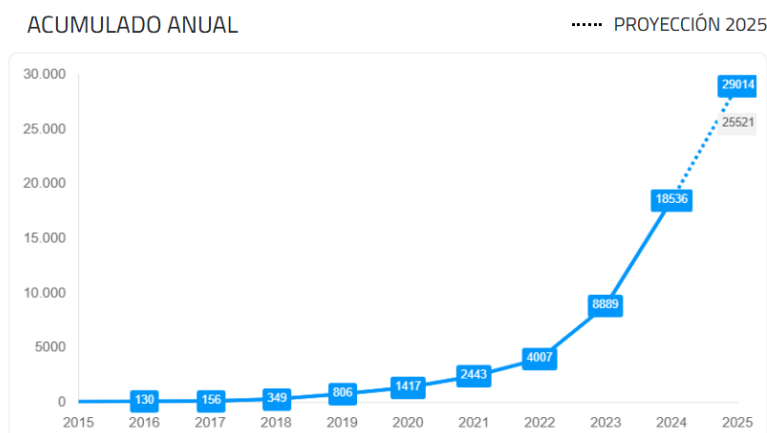


Figura 24. Acumulado anual flota de autos eléctricos.

Fuente: ASOMOVE, 2025.

Las proyecciones de la posible tendencia tomando como referencia estos datos a nivel nacional, pero proyectados al contexto del condominio, y se obtuvo mediante regresión lineal simple que los próximos años en el condominio la flota vehicular aumente de la siguiente forma:

Año	Flotilla Vehicular País	Porcentaje aumento	Flotilla Vehicular Condominio
2025	29 014	-	30
2026	38 938	34%	40
2027	49 231	26%	51
2028	59 278	20%	61
2029	69 490	17%	72
2030	79 592	15%	82
2031	89 775	13%	93

Tabla 5. Flotilla próximos años Condominio Tierras de Café.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estos datos estadísticos son de gran importancia para evaluar y proponer la infraestructura del proyecto a desarrollar y si es posible satisfacer la demanda según el crecimiento de la flotilla.

Marco legal y regulaciones vigentes para infraestructura de centros de carga vehicular, en Costa Rica.

El análisis del marco legal y regulatorio es fundamental para validar la viabilidad del proyecto, para asegurar que el diseño e implementación a futuro del sistema fotovoltaico para la carga de vehículos eléctricos en el condominio cumpla con la legislación y normativas técnicas vigente en Costa Rica. La revisión se basa en tres pilares fundamentales: la legislación de incentivos basados en la ley N°9518 y sus decretos derivados como los son el 41642 y 43879 del MINAE, la normativa técnica del sector eléctrico, con el énfasis en el NEC y los requisitos administrativos específicos de ESPH y Municipalidad de Heredia.

A continuación, se detallada la información de cada legislación, norma y regulación a tomar en cuenta en el presente proyecto:

Norma / Ley / Regulación	Descripción	Puntos clave a considerar
<p>Ley N°9518 – Incentivos y Promoción del Transporte Eléctrico.</p>	<p>Los artículos de esta ley establecen el marco legal enfocado principalmente a vehículos eléctricos, sin embargo la ley contempla algunos puntos relacionados a aspectos de los centros de carga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El capítulo sobre centros de recarga se enfoca principalmente en beneficios y requerimientos de infraestructura pública, no así la privada. • Establecen a las empresas públicas de distribución de energía eléctrica, las únicas autorizadas para vender dicha energía. • Los espacios de parqueo para recarga se le denominan parqueos azules y deben estar debidamente identificados exclusivos para vehículos eléctricos. • Beneficios de exoneración de impuestos se enfocan en autos eléctricos, pero existen exoneraciones del IVA e impuestos aduaneros, siempre y cuando estén debidamente registrados como parte de proyectos de movilidad.
<p>Decreto Ejecutivo 43879-MINAE – Reglamento promoción y regulación de recursos energéticos distribuidos de fuentes renovables.</p>	<p>Regula la integración de recursos energéticos distribuidos (DER) como paneles solares al Sistema Eléctrico Nacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establece responsabilidades y obligaciones de los autores que utilizarán el sistema de recursos energéticos distribuidos, tales como los modos de operación ya sea si se entrega a la red eléctrica o no excedentes generados, sistemas involucrados como lo es el almacenamiento de energía, tipos de carga a los vehículos, centros de carga, contratos de interconexión y suministro por las empresas de distribución. • El diseño, inspección y construcción final debe ser realizado por un profesional debidamente incorporado al CFIA, y autorizado para asumir responsabilidades sobre estos.

		<ul style="list-style-type: none"> • Los componentes, materiales y accesorios deberán ser listados y acordados con especificaciones de fabricante y norma NEC. • Se deberá solicitar y cancelar obligatoriamente por los costos involucrados para la interconexión del sistema de generación distribuida a la red nacional, medidores inteligentes para control de energía y lecturas bidireccionales.
<p>Decreto Ejecutivo 41642-MINAE – Reglamento de Centros de Recarga.</p>	<p>Establece requisitos técnicos y operativos para la construcción y operación de centros de recarga por parte de empresas distribuidoras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dicho reglamento establece las obligaciones de las empresas distribuidoras de energía eléctrica para ofrecer los servicios de centros de carga. • El reglamento define las especificaciones que deben tener los centros de carga de tipo rápido, pero no establece los criterios para centros de recarga semi rápidos. • Las empresas de distribución eléctrica son las únicas autorizadas para vender energía. • Determina que por cada espacio debe existir un dispensador de recarga. Sin embargo, no se especifica cuantos espacios debe haber disponibles para cargar autos eléctricos.

<p>Código Eléctrico Nacional (NEC/NFPA 70)</p>	<p>Basado en la NFPA 70 (NEC), regula el diseño e instalación de sistemas eléctricos seguros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es la norma de cumplimiento obligatorio en cualquier instalación eléctrica del país. • En los capítulos 2, 3 y 5 establece los requisitos fundamentales de diseño y seguridad, contemplando protección contra sobre corrientes, normativa de puesta a tierra, dimensión de conductores. También establece la elección de tipos de conductores, canalizaciones, esto basado en las condiciones ambientales para proteger las instalaciones. • Capítulo 6, en la sección 625 (Equipos de carga de vehículos eléctricos) establece los circuitos dedicados para cada cargador, protección, además de que deben ser accesibles, seguros y con la señalización correcta, para evitar electrocución o posibles incendios. Sección 690 (Sistemas solares fotovoltaicos), regula la instalación, cableado, protecciones y desconexión de los sistemas de paneles solares, tanto del lado de corriente directa como la alterna.
<p>Municipalidad de Heredia – Requisitos locales.</p>	<p>Normativa municipal para permisos de construcción y operación de infraestructura eléctrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Destacan los trámites de permisos de construcción validados por la municipalidad, así como la entrega de planos visados por el CFIA.
<p>Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).</p>	<p>Requisitos técnicos y operativos para conexión de cargadores y sistemas fotovoltaicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los permisos de interconexión del sistema de carga y sistemas inteligentes que deben de estar procesados correctamente, así como la cancelación de tarifas respectivas, tales como los costos de interconexión, inspección o reinspección de ser necesario, estos costos se detallan en el marco teórico.

Es importante destacar en este análisis de reglamentos y marco legal aplicable en el país, en la actualidad no existe una regla o norma que indique cuantos espacios y cargadores deben estar disponibles por cantidad de autos o espacios de parqueo exclusivos para cargar vehículos eléctricos. Según cadlan.com (s.f), existe un decreto de ley en España, que determina que, para edificios no

residenciales privados, que tengan 20 espacios de parqueo debe existir un punto de carga por cada 40 espacios de parqueo. Por lo tanto, tomando este como referencia y para efectos de este proyecto, se debe de instalar mínimo 1 cargador en la zona de parqueos.

Diseño técnico de infraestructura de carga fotovoltaica para los vehículos eléctricos del Condominio Tierras de Café.

Para proceder con la propuesta de diseño del sistema fotovoltaico, se va a utilizar los datos de consumo obtenidos en la Tabla 3 de información de autos eléctricos de los condóminos, para poder obtener el consumo máximo eléctrico estimado por parte del sistema.

Una vez evaluado el condominio, tomando en cuenta las características y las áreas disponibles que son más factibles y seguro para el desarrollo del proyecto, se definió junto con la administración que la zona ideal sería el parqueo público del área común de la Casa Club, los beneficios y ventajas de utilizar esta se detalla a continuación:

- El área de parqueo de la casa club cuenta con la **mayor cantidad de espacios disponibles**, lo que permite la implementación inicial del sistema de carga.
- La casa club y sus amenidades cercanas como la cancha de fútbol, canchas de tenis, gimnasio y parque de skate, concentran **la mayor actividad social y recreativa del condominio**, lo que incrementa la visibilidad y el uso potencial del sistema de carga.
- Este parqueo cuenta con **la cercanía a un transformador disponible**, en caso de ser necesario, lo que **facilita la conexión eléctrica y reduce los costos de instalación** asociados.
- La zona presenta una **baja densidad de árboles en sus alrededores**, lo que reduce significativamente el riesgo de sombras sobre los paneles solares y **mejora la eficiencia de generación fotovoltaica**.
- La ubicación permite una **futura expansión del proyecto** en caso de que **aumente la demanda de infraestructura** de carga para vehículos eléctricos.

El espacio total de la zona de parqueo posee un total de 20 espacios disponibles, debidamente señalizados, de 2.60 metros de ancho por 5.50 metros de largo. Es importante mencionar que la administración del condómino, por ser una etapa inicial de instalación de cargadores de autos eléctricos, considera que el área máxima dispuesta será de los primeros 8 a 9 espacios de parqueo, con un área total aproximada de 129 m² para el desarrollo del proyecto. Y la totalidad del espacio de parqueos del área común es de aproximadamente 286 m² Y que a futuro conforme crezca la flota vehicular se podría disponer de más espacios.

Para la construcción y diseño del proyecto se pretende hacer una estructura de marquesina solar, donde los paneles solares necesarios sean utilizados como techo, y de esta forma aprovechar los paneles con la doble función de captadores de energía solar y techado de los espacios de parqueo. Un ejemplo del diseño a desarrollar se muestra en la Figura 26.

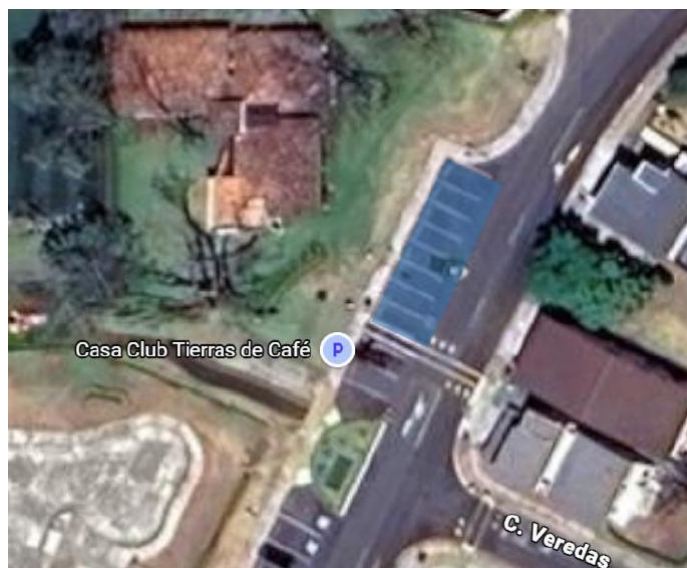


Figura 25. Ubicación para desarrollo del sistema.

Fuente: Mapas Google, 2025.



Figura 26. Marquesina de Paneles Solares.

Fuente: pv-mounting.com, s.f.

Tomando como referencia el estudio de las regulaciones y marco legal al **no existir actualmente una norma** para seleccionar el número de cargadores a instalar en el proyecto, se utilizará la opción de **3 cargadores**. Esta cantidad de cargadores se justifica basándose en la proyección elaborada según la metodología estadística lineal simple, presentada en la Tabla 5, donde se indica que en los próximos años se estima que el aumento de la flota vehicular del condominio aumentará por año aproximadamente en 10 autos, además en la Tabla 6 con los turnos por carga por mes demuestra que la cantidad de 3 cargadores pensando en el crecimiento de los próximos años se adapta a la flota vehicular actual y futuro cercano, esta cantidad de cargadores **permitirá cumplir con los ciclos de recarga según el perfil de uso** de estos, ya mencionados anteriormente en los datos de la encuesta realizada a los condóminos presentadas en las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3. Como se observa en la Tabla 6, aunque la opción de 2 cargadores actualmente cumple con el criterio del perfil de uso de los cargadores, se observa que en el análisis de los próximos 5

años, en el 2028 no podrá cumplir con estos requerimientos, y la opción de 4 o más cargadores se descartada, porque los costos y área requerida se incrementaría.

Año	Flotilla Vehicular País	Porcentaje aumento	Flotilla Vehicular Condominio	Disponibilidad turnos cargas x auto/mes		
				Opción 1 cargador	Opción 2 cargadores	Opción 3 cargadores
2025	29 014	-	30	3	6	9
2026	38 938	34%	40	2	5	7
2027	49 231	26%	51	2	4	6
2028	59 278	20%	61	2	3	5
2029	69 490	17%	72	1	3	4
2030	79 592	15%	82	1	2	3

Tabla 6. Turnos de cargas x auto/mes.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Además, se ha elaborado una opción de cronograma semanal basado en turnos de carga para organizar el uso de los cargadores del condominio, presentado a continuación en la Tabla 7. Se detalla el cronograma semanal, mediante 3 turnos de recarga por día, desde las 6 a.m. que ya se tendría presente radiación solar hasta las 5:30 am del siguiente día. Es importante aclarar que, en el horario nocturno, el banco de baterías de la instalación deberá soportar los turnos en la noche. En los turnos 2 y 3 se ha dejado disponibles un cargador libre para poder dejar habilitados a los visitantes del condominio u otros, es por esto que el dato del total de vehículos cubre la demanda semanal, y el restante representa un respaldo de ser requerido. Cabe destacar que dicho cronograma es un ejemplo de cómo podría distribuirse el cronograma semanal, puede llegar a ser modificado si así se requiera.

Día	Turno	Hora Inicio	Hora Fin	Vehículos Asignados
1	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
2	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
3	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
4	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
5	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
6	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
7	1	6:00 a. m.	2:30 p. m.	3
	2	2:30 p. m.	10:00 p. m.	2
	3	10:00 p. m.	5:30 a. m.	2
Total				49

Tabla 7. Ejemplo cronograma semanal de uso de cargadores.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Además, se debe aclarar que para el proyecto se utilizará **cargadores de tipo semi rápidos (L2) de potencia de 7 kW**, ya que estos son los que en la actualidad se están comercializando incluso por entidades públicas como ICE y CNFL en las estaciones de recarga, son además la capacidad de potencia que las agencias de venta de autos están entregando a sus clientes y realmente satisface las necesidades de recarga según el perfil investigado en las encuestas realizadas. Si se utilizarán los cargadores de menor capacidad implicarían mayores tiempos de carga de incluso 12 horas o más, lo cual no generaría un atractivo para los condóminos y el proyecto, porque no se podría cumplir los ciclos de carga requeridos en el perfil de uso, que ya se determinó que son de 4 recargas por mes por auto. También se evaluó el uso de cargadores de capacidad de 9.6 kW o superiores, sin embargo, como sabemos el área de parqueo es limitada respecto a los espacios permitidos a utilizar (9 espacios máximos), y representaría aumentos en la

cantidad de los paneles solares (aumento área), mayor capacidad de potencia del inversor, conductores y demás materiales necesarios, los costos incrementarían también.

Una vez definida la justificación de la selección y se puede definir que **se utilizarán 3 cargadores de 7 kW** para proponer en los modelos del sistema, la ficha técnica de estos cargadores se encuentra en el Apéndice F de este documento.

Deyeess (mayo, 2025) señala que: Según la publicación presentada por dicho proveedor de sistemas fotovoltaicos sobre su **“Guía práctica para el cálculo de potencia”** referenciado en las citas bibliográficas de este documento, sugiere que los paneles solares deben generar suficiente electricidad para satisfacer las necesidades inmediatas y recargar baterías; por tal razón para el cálculo de energía máxima de consumo diario del sistema se debe adicionar entre un 20% a 30% de margen, esto considerando ineficiencias del sistema, variaciones climáticas, degradación del panel, entre otros. Por esto en **todos los modelos de diseño, se seleccionará un 25% de margen de seguridad (MS)**, utilizando el valor promedio entre los sugeridos.

Para la elección de los paneles a utilizar en el proyecto, se escogieron **paneles con una potencia de 635 W cada uno, de la marca Canadian Solar, modelo TOPHiKu6** o técnicamente similar. Se evaluaron varias opciones de capacidad de paneles, inferiores al seleccionado (menos de 600 W) y superiores de alrededor de 700 W. Respecto a los inferiores a 600 W, debido a la limitante de espacio para la instalación de los paneles en los parqueos, pensar en utilizar paneles inferiores a 600 W no es una opción. Además, para generar la misma cantidad de energía con los inferiores a 600, se necesitan 15 paneles más con los de menor potencia y este aspecto es crítico considerando que se tiene una limitante de espacio. Respecto a los paneles superiores a 700 W son paneles que actualmente en el mercado según se consultó a los proveedores, se consiguen este tipo de potencia en el mercado local con Kits de Paneles, esto es por ejemplo para alcanzar 800 W de potencia se venden 2 paneles de 400 w, por lo tanto sigue afectando la limitante de espacio. La ficha técnica de los paneles a utilizar se ubica en el Apéndice C de este documento.

Por otro lado, para la selección de las HSP (horas solares pico) necesarias para el cálculo de la generación de la energía pico requerida del sistema, se basó en el estudio de “Series de Brillo Solar en Costa Rica” elaborado por el IMN donde señala que bajo los datos recopilados de la estación N° 84111 ubicado en Santa Lucia de Heredia, con una ubicación de latitud 10° y longitud 84°, se considera es el punto más cercano con la ubicación del condominio, por lo tanto se utilizará

el dato obtenido en este estudio de **6 HSP**. Dichos datos obtenidos en este estudio están referenciados en una tabla adjunta en este documento en el Apéndice G.

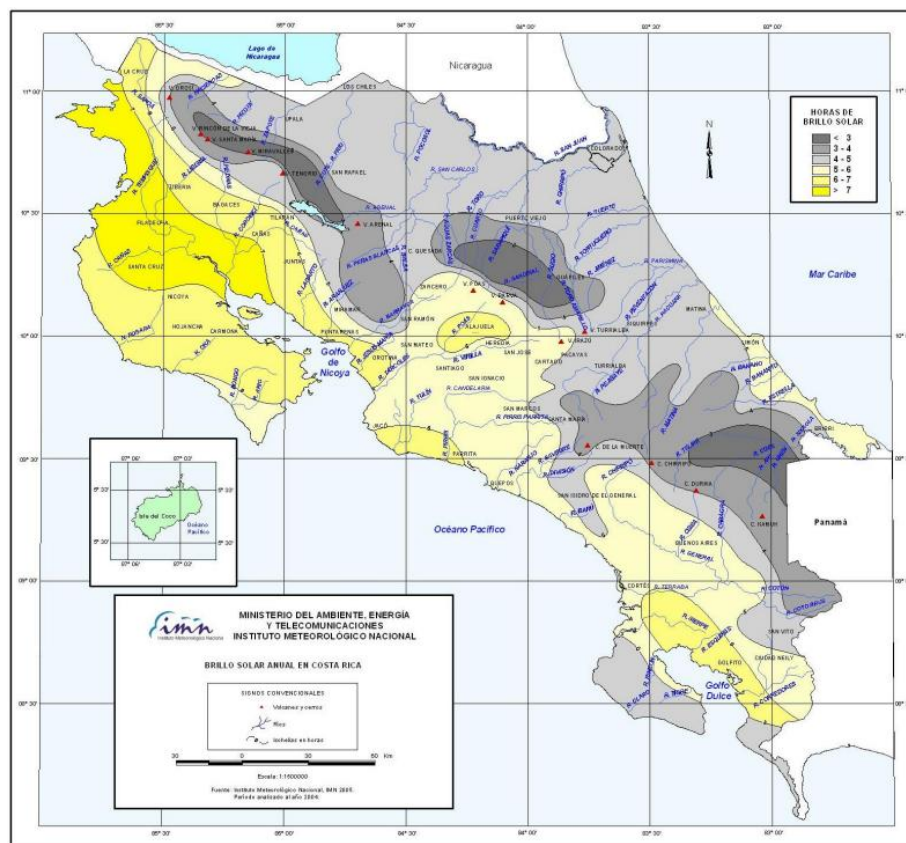


Figura 27. Brillo Solar Anual en Costa Rica.

Fuente: IMN, 2013.

Modelos de los sistemas fotovoltaicos propuestos para el proyecto.

- **Sistema autónomo de cargadores con solamente paneles solares.**

Para este modelo, se evaluará el uso de únicamente paneles solares, sin respaldo de baterías o red eléctrica. Esto quiere decir que el uso de los cargadores sería solamente diurno y no se dispondrá de los ciclos completos de carga propuestos en el cronograma de recargas de la Tabla 7, esto debido a la ausencia de generación de energía. Se analizará la energía demandada de este modelo y requerimientos. Se considerará que los cargadores tendrán una carga de consumo pico de aproximadamente 7.5 horas, ya que es el tiempo que tardaría promedio los autos según el perfil de carga, tomando en consideración esto, la energía instalada demandada pico del sistema es:

$$E_{instWhd\ pico} = \# \text{cargadores} * H \text{ pico} * \text{Potencia demandada} * MS$$

$$E_{instWhd\ pico} = 3 \text{ cargadores} * 7.5 \text{ horas} * 7.4 \text{ kW} * 1.25 = 208 \text{ kWhd}$$

Para el cálculo del número de paneles necesarios para soportar la demanda, se considera:

$$E_{Panel} = \text{Potencia Panel} * HSP$$

$$E_{Panel} = 635 \text{ W} * 6 \text{ horas} = 3.81 \text{ kWhd}$$

La cantidad de paneles necesarios para satisfacer la generación de energía diaria se calcula a continuación:

$$\text{Paneles}_{Total} = 208 \text{ kWh} / 3.81 \text{ kWh} \approx 56 \text{ paneles.}$$

Para el determinar la configuración necesaria de los paneles de series y paralelos. Se debe considerar que el $V_{Instalación}$ es el voltaje máximo del inversor, ya que este es el que debe distribuir la energía al resto de componentes, de este modo se procede a calcular:

Configuración serie/paralelo para los inversores:

$$\text{Paneles}_{serie} = V_{Instalación} / V_{Panel}$$

$$\text{Paneles}_{serie} = 500V / 48 V = 10 \text{ Series}$$

$$\text{Paneles}_{paralelo} = \text{Paneles}_{Total} / \text{Paneles}_{serie}$$

$$\text{Paneles}_{paralelo} = 56 \text{ Paneles} / 10 \text{ Paneles} = 6 \text{ Paralelos}$$

Debido a un redondeo para ajustar los bloques de series – paralelos, **se utilizarán 60 paneles**, para configurar bloques de 2 paralelos de 10 series para cada inversor. Una vez obtenido los cálculos se distribuirá en 3 circuitos ramales para alimentar los inversores requeridos.

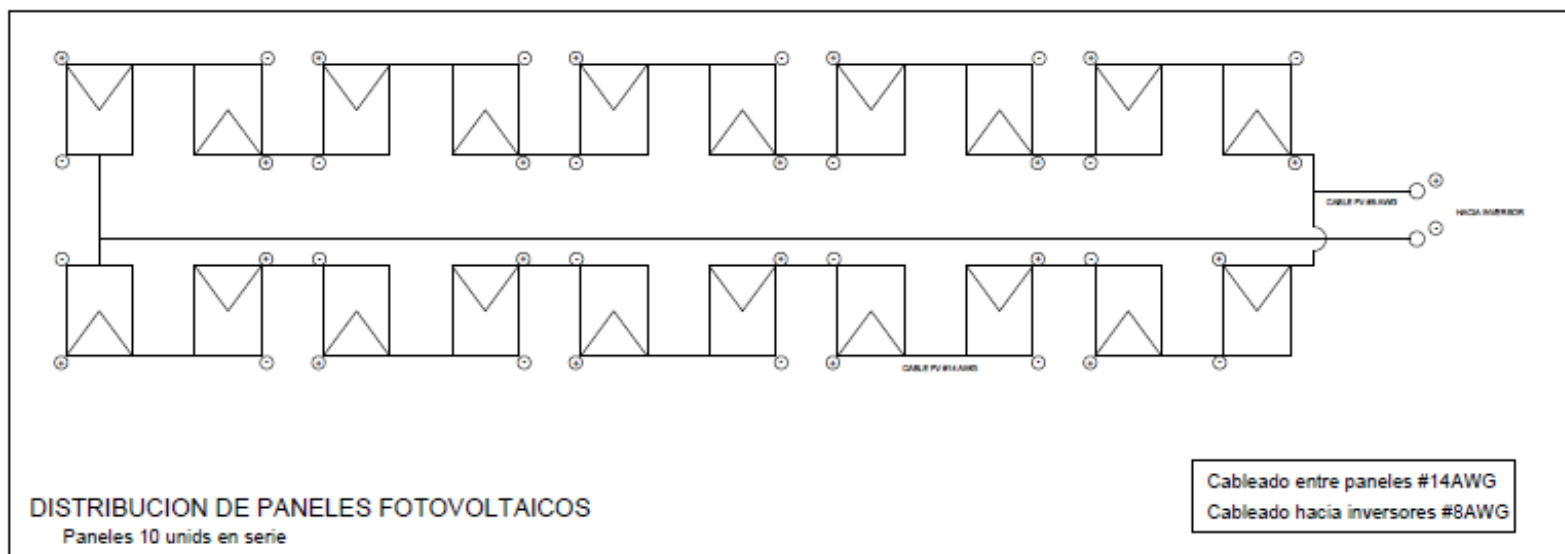


Figura 28. Distribución Paneles modelo 1.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Selección de los inversores:

Para este modelo y los otros modelos del proyecto se evaluó la utilización de micro inversores conectados modularmente en los paneles en lugar de los inversores centralizados.

Muñoz (enero, 2024) señala que: en su estudio de “Diferencias entre inversor y micro inversor para autoconsumo fotovoltaico”, menciona que los micro inversores son ideales en situaciones donde la instalación enfrenta mucho sombreado o se debe configurar en diferentes orientaciones los paneles para lograr reducir la pérdidas de generación por este tipo de variables, además recomienda que si el proyecto requiere utilizar módulos de respaldo con baterías y esto ya genera un coste inicial mayor con micro inversores lo más recomendable es utilizar inversores centralizados, además que requiere menor mantenimiento. En el caso de este proyecto, las condiciones de sombreado por la ubicación, donde no hay árboles cercanos o edificios elevados es una variable que no debería afectar y respecto a la orientación de los paneles, es un diseño donde no se colocarán en un techo de casa o edificio, por lo tanto todos los paneles llevarán la misma orientación. Tomando en cuenta estas recomendaciones de expertos profesionales, se considera también lo siguiente:

- Lo inversores híbridos centralizados seleccionados, poseen un sistema inteligente de la administración de energía, que prioriza las necesidades de utilización entre la energía del panel, baterías y red eléctrica según se requiere. Lo cual permite mantener un sistema menos complejo e integrado, para evitar cargar el diseño de más accesorios y componentes para la gestión de la energía.
- Es conocido que los micro inversores poseen un tiempo de vida útil más prolongado, pero los inversores centralizados cotizados por proveedores indican garantías de fábrica de hasta 12 años. Se considera que en 12 años el diseño ya se debería de actualizar, por consideraciones de cambio de tendencias de la tecnología. Incluso después de este periodo se podría tomar en consideración nuevamente el uso de micro inversores o no.

Dejando claro que se utilizarán inversores centralizados, se decide utilizar 3 inversores para permitir a cada cargador y sistema de respaldo manejarse de forma independiente, ya que utilizar 1 solo inversor no es conveniente en caso de presentarse el fallo en 1 de los inversores, se tendría el respaldo de los otros.

Steven (agosto, 2025) señala que: Acerca de sistemas fotovoltaicos desarrolla una publicación sobre “**Cómo determinar el tamaño de inversor de conexión a red adecuado para su sistema**” referenciado en las citas bibliográficas de este documento, que en la selección del inversor se debe de conocer una relación CC-CA del sistema, en donde la capacidad total de CC de los paneles solares con la salida máxima de CA que puede proporcionar el inversor, donde:

$$\text{Relación CC-CA} = \text{Tamaño de la matriz solar (CC)} / \text{Tamaño del inversor (CA)}$$

Además, sugiere que una relación de 1.15 a 1.25 considera es la ideal en los sistemas residenciales y comerciales. De esta forma, para efectos del proyecto se seleccionará el valor promedio entre estos 2, **1.20 de relación para la selección de inversores** en todos los modelos del proyecto.

$$\text{Tamaño del inversor} = \frac{635 \text{ W} * 60 \text{ paneles}}{3 \text{ inversores}} / 1.20 \approx 10 \text{ kW}$$

Para el presente modelo a desarrollar se utilizarán de la marca Solis, modelo RHI-1P(10)K-HVES-5G, ya que cumplen con la relación de potencias mencionadas y es una marca y modelo que

cumple con los estándares internacionales de seguridad y calidad. La ficha técnica de este inversor se encuentra adjunta en el Apéndice D de este documento.

Orientación e inclinación de los paneles solares:

De acuerdo con la información indicada en el marco teórico, respecto a la ubicación e inclinación de los paneles, para que estos tengan una máxima eficiencia de producción, se deben instalar con una inclinación dependiendo de la latitud de la ubicación, por lo tanto al ser la latitud de ubicación de 10 grados, **sugiere sea de 15° de inclinación**, según la Tabla 1. Respecto a la orientación, al ser Costa Rica un país cercano al Ecuador se menciona no es crítico. Para cuestiones del proyecto, se decide instalar **según la ubicación del parqueo hacia el sureste**. Hay que aclarar que estos criterios de orientación e inclinación **se utilizarán para el resto de los modelos utilizando paneles solares**.

Selección de los conductores y protección de sobretensión.

Conductores para corriente directa (CC):

Basándose en el artículo 690.8 (B) (1) Dimensionamiento y corriente de los circuitos, y la tabla 310.16 del NEC 2020. En este apartado del código eléctrico menciona que los conductores deben soportar 125% de la corriente de corto circuito y que el calibre se debe escoger según su corriente y temperatura, con factores de corrección de ser necesarios. En la selección de los conductores para la infraestructura de CC se tomará en consideración por aparte los tramos en serie y los tramos en paralelo, por lo tanto se basará en la Tabla 310.16 del código. Además, se debe señalar que para los cálculos de este y todos los modelos del proyecto, **se utilizará un factor de corrección por temperatura de 1**, ya que en la ubicación del proyecto la temperatura se mantiene entre los 26° y 30° centígrados.

Tramos en serie:

Para los tramos en serie de conexión de los paneles solares, la corriente máxima entregada por el circuito al estar en serie será la corriente en corto circuito del panel como tal, por lo tanto es de:

$$I_{max\ serie} = I_{corto\ circuito\ panel} * 1.25$$

$$I_{max\ serie} = 16A * 1.25 = 20A$$

Tomando como referencia la tabla 310.16 y el artículo 690.31 del NEC donde mencionan el uso de conductores especiales para conexiones de paneles solares llamados Cable FV, que además mencionan que no necesitan canalizaciones específicas. Para las secciones de **cableado de corriente directa de los paneles solares se utilizará Cable FV en el resto de los modelos**. Según la recomendación para este valor de corriente se debe de usar un cable #14 AWG, para corrientes máximas de 25A. Respecto a la protección necesaria, según la tabla 240.6 (A) del NEC, para estos conductores se debe utilizar una protección de 25A, ya que la corriente nominal es menor a esta.

Tramos de paralelos, conexión hacia inversores:

Para los tramos en paralelo de conexión de los paneles solares, la corriente máxima entregada por el circuito al estar en paralelo será igual a la corriente sumada de cada bloque de paneles en paralelo, en este caso 2 bloques por cada inversor, por lo tanto es de:

$$I_{max\ paralelo} = I_{corto\ circuito\ bloque} * \# \text{ bloques } x \text{ inv} * 1.25$$

$$I_{max\ paralelo} = 16A * 2 * 1.25 = 40A$$

La tabla 310.16 y artículo 690.31 del NEC, menciona que para este valor de corriente se debe de usar un cable FV #8 AWG, para corrientes máximas de 55A. Respecto a la protección necesaria, según la tabla 240.6 (A) del NEC, para estos conductores se debe utilizar una protección de 60A, ya que la corriente nominal es menor a esta.

Conductores y protección salida de inversores:

Tomando en cuenta el artículo 690.8 (A) (1) la corriente máxima de cortocircuito se debe aplicar un sobredimensionamiento del 125%. Según la ficha técnica del inversor a utilizar la corriente máxima es de 48A, según indica la ficha técnica del Apéndice D. Por lo tanto:

$$I_{ACinv} = I_{max\ corto\ circuito} * 1.25$$

$$I_{ACinv} = 48A * 1.25 = 60A$$

Según el NEC en la tabla 310.16, el calibre a utilizar es de # 6 AWG THHN Cu, porque soportaría una corriente de 75A máximo. A nivel de protección según artículo 240.6 (A) se debe

de usar una protección de 70A. Además, según la tabla 250.66 del NEC, se menciona que para un calibre de cable # 6 AWG, se debe de utilizar un calibre para la puesta a tierra de #8 AWG THHN Cu. Para la selección de las canalizaciones según la Tabla 4 del capítulo 9 del NEC, se debe de utilizar tubería EMT de 21 mm (3/4 pulg.) de diámetro con una ocupación máxima de 40%.

Disposición del área para la instalación de la infraestructura de paneles:

Para este modelo al requerir una cantidad de **60 paneles** instalados en la marquesina, considerando las áreas por cada espacio de parqueo (2.60 metros de ancho x 5.50 metros de largo) y las dimensiones de cada panel solar (1.13 metros de ancho x 2.38 metros de largo), la infraestructura de la marquesina requerirá abarcar el **total de 11 espacios de parqueo** de los 20 disponibles actualmente en el área de parqueos de la Casa Club.

A continuación, se detalla el diseño unifilar de la instalación necesaria para este modelo de cargadores:

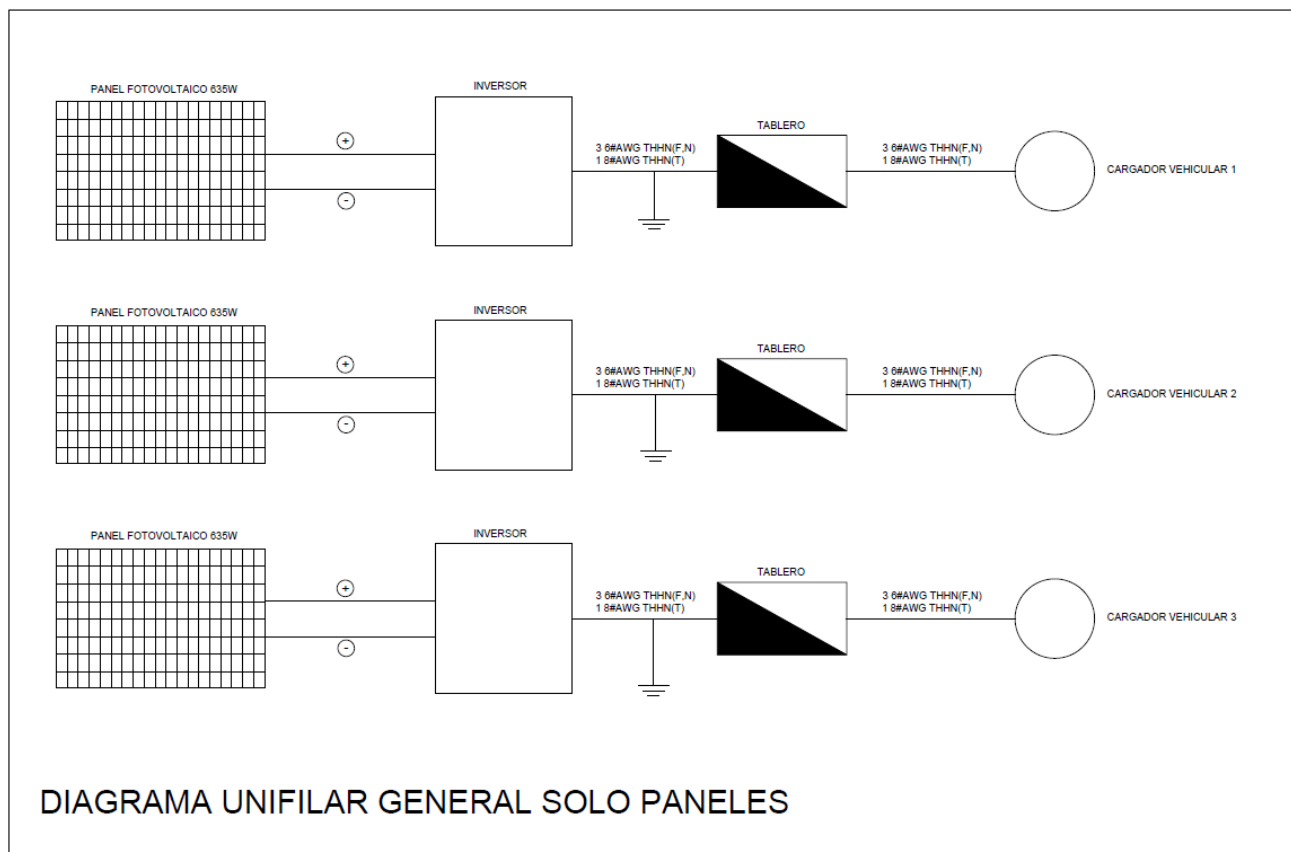


Figura 29. Diagrama Unifilar solo Paneles.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **Sistema autónomo de cargadores con solamente paneles solares y bancos de baterías.**

Para este modelo se considerará que los cargadores tendrán una carga de consumo pico de 7.5 horas, ya que es el tiempo que tardaría promedio 3 autos según el perfil de carga, del turno 2 de recarga vehicular de las 24 horas que estará en servicio dichos cargadores y se utilizará **el 25% de margen de seguridad** del sistema como se explicó ya previamente, tomando en consideración esto, la energía instalada demandada pico del sistema es:

$$E_{instWhd\ pico} = \# \text{cargadores} * H \text{ pico} * \text{Potencia demandada} * MS$$

$$E_{instWhd\ pico} = 3 \text{ cargadores} * 7.5 \text{ horas} * 7.4 \text{ kW} * 1.25 = 208 \text{ kWhd}$$

Para el cálculo del número de paneles necesarios para soportar la demanda, se obtiene:

$$E_{panel} = \text{Potencia Panel} * HSP$$

$$E_{panel} = 635 \text{ W} * 6 \text{ horas} = 3.81 \text{ kWhd}$$

Por otro lado, se considera que, para los ciclos de la noche el banco de baterías deberá soportar la demanda de carga completa, y además al siguiente día mediante la energía solar se deberá recargar el banco de baterías, con la energía producida por dichos paneles. Esto quiere decir que, ante la ausencia de energía solar, se requiere soportar un tiempo aproximado de 12 horas de respaldo solamente con las baterías. Dicho esto, se calcula la capacidad necesaria del banco de baterías:

$$E_{banco\ baterias} = H_{uso} * \# \text{cargadores} * P_{requerido}$$

$$E_{banco\ baterias} = 12 \text{ horas} * 3 \text{ cargadores} * 7.4 \text{ kW} = 266 \text{ kWhd}$$

Para determinar la energía requerida por las baterías, se debe de considerar la profundidad de descarga de las baterías (DoD), esto ya que se debe limitar su capacidad de descarga, para evitar daños químicos y así mantener y prolongar la vida útil de estas. Según las especificaciones de las baterías de Litio y según fabricante se debe considerar al menos un DoD del 90%, esto quiere decir que las baterías siempre deben de mantener entre un 10 o 15% de carga, por lo tanto la capacidad de almacenamiento según estos requerimientos se sobredimensionará en un 15% de la energía requerida, dicho esto:

$$E_{baterias\ con\ DoD} = 266\ kWh * 1.15 = 306\ kWh$$

Para el diseño de banco de baterías se utilizará, bancos de baterías de la marca BYD HVM o similar, de 14 torres de 8 módulos de 22.08 kWh cada una, con una capacidad total en conjunto de 309 kWh. Este modelo de baterías son modelos que cumplen con las especificaciones necesarias para el proyecto. La ficha técnica del mismo se encuentra en el Apéndice E.

Por lo tanto, después de haber calculado la energía requerida pico por los paneles en el día y el soporte que debe ofrecer las baterías en la noche, el **total de la energía demandada por el sistema es de 514 kWh por día.**

La cantidad de paneles necesarios para satisfacer la generación de energía diaria se calcula a continuación:

$$Paneles_{Total} = 514\ kWh / 3.81\ kWh \approx 135\ paneles.$$

Para el determinar la configuración necesaria de los paneles de series y paralelos, se procede a calcularlos:

Configuración serie/paralelo para los inversores:

$$Paneles_{serie} = V_{Instalación} / V_{Panel}$$

$$Paneles_{serie} = 1000V / 49V \approx 20\ Serie$$

$$Paneles_{paralelo} = Paneles_{Total} / Paneles_{serie}$$

$$Paneles_{paralelo} = 135\ Paneles / 20\ Paneles \approx 6\ Paralelos$$

Debido a un redondeo para ajustar la configuración de los bloques de series – paralelos y **se utilizarán 132 paneles**, para configurar bloques de 2 paralelos de 22 series para cada inversor. Una vez obtenido los cálculos se distribuirá en 3 circuitos ramales para alimentar los inversores requeridos.

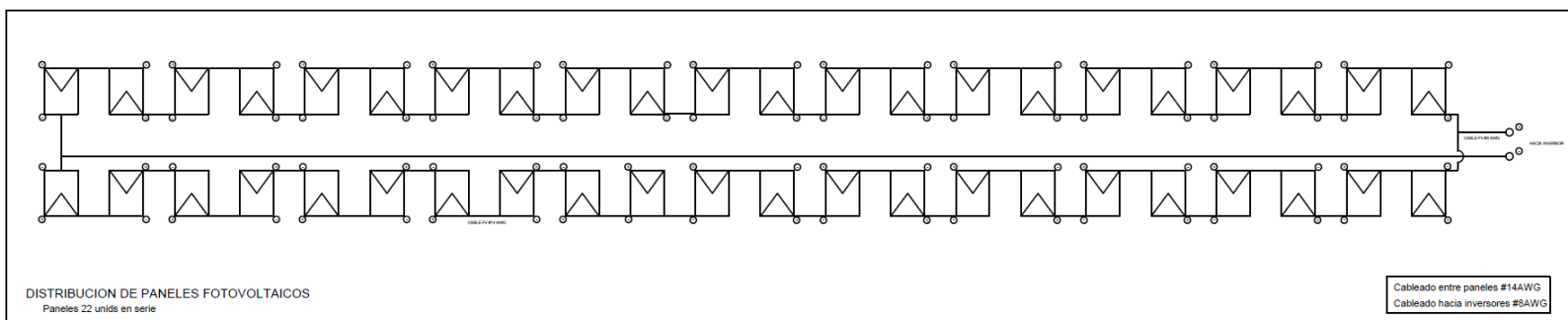


Figura 30. Distribución Paneles modelo 2.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Selección de los inversores:

Para la selección de los inversores necesarios se utilizarán 3 inversores trifásicos con función de administración de energía para banco de baterías, para controlar automáticamente la carga y recarga de las baterías a través del inversor, también es importante mencionar que estos inversores por el tipo de modelo no utilizará la función de conexión de la red, por lo que no se necesita la entrada de red eléctrica trifásica y se debe aclarar que no existen inversores monofásicos alguno en el mercado que cumpla con los requerimientos de potencia y amperaje necesarios para este modelo y que posean esta función inteligente de administración de energía mencionada. Por lo tanto, se utilizarán de la marca Sungrow, modelo SH-25T, ya que estos sí cumplen con las especificaciones necesarias y relación de potencias entre los paneles e inversor necesario:

$$\text{Tamaño del inversor} = \frac{635 \text{ W} * 132 \text{ paneles}}{3 \text{ inversores}} / 1.20 \approx 23 \text{ kW}$$

Estos poseen una potencia máxima de salida de 25 kW y la ficha técnica se encuentra adjunta en el Apéndice D.

Selección de los conductores y protección de sobretensión.

Conductores para corriente directa (CC):

Tramos en serie:

Para los tramos en serie de conexión de los paneles solares de este modelo al utilizar los mismos modelos la corriente máxima será la misma que el modelo autónomo sin baterías, o sea 16A, la diferencia está en la cantidad de metros de conductores que se necesitará, ya que este utiliza más paneles que el anterior. Por lo tanto, **$I_{max\ serie}$** será de 20A, aplicando el margen de seguridad de 1.25. La protección también se utilizará el mismo, o sea deberá llevar una protección de 25A.

Tramos de paralelos, conexión hacia inversores:

Para los tramos en paralelo de conexión de los paneles solares, la corriente máxima entregada por el circuito por cada bloque paralelo será en este caso 6 bloques, por lo tanto:

$$I_{max\ paralelo} = I_{corto\ circuito\ bloque} * \# \text{ bloques } x inv * 1.25$$

$$I_{max\ paralelo} = 16A * 2 * 1.25 = 40A$$

La tabla 310.16 y el artículo 690.31 del NEC, menciona que para este valor de corriente se debe de usar un cable FV # 8 AWG, para corrientes máximas de 55A. Respecto a la protección necesaria, según la tabla 240.6 (A) del NEC, para estos conductores se debe utilizar una protección de 60A, ya que la corriente nominal es menor a esta.

Conductores y protección salida de red inversores:

Tomando en cuenta el sobredimensionamiento del 125%. Según la ficha técnica del inversor a utilizar la corriente máxima es de 38A, según indica la ficha técnica del Apéndice D. Por lo tanto:

$$I_{ACinv} = I_{max\ corto\ circuito} * 1.25$$

$$I_{ACinv} = 38A * 1.25 = 47.5A$$

Según el NEC en la tabla 310.16, el calibre a utilizar es de # 8 AWG THHN Cu, porque soportaría una corriente de 55A máximo. A nivel de protección según artículo 240.6 (A) se debe de usar una protección de 60A. Además, según la tabla 250.66 del NEC, se menciona que para un

calibre de cable # 8 AWG, se debe de utilizar un calibre para la puesta a tierra de # 8 AWG THHN Cu. Para la selección de las canalizaciones según la Tabla 4 del capítulo 9 del NEC, se debe de utilizar tubería EMT de 21 mm (3/4 pulg.) de diámetro con una ocupación máxima de 40%.

Conductores y protección circuito salida de baterías-inversores:

Tomando en cuenta una vez más el sobredimensionamiento del 125%. Según la ficha técnica del inversor a utilizar la corriente máxima es de 50A, según indica la ficha técnica en el Apéndice D. Por lo tanto:

$$I_{ACinv} = I_{max\ corto\ circuito} * 1.25$$

$$I_{ACinv} = 50A * 1.25 = 62A$$

Para este caso la tabla 310.16 para calibres de los conductores y según el 240.6 (A) con la protección a utilizar, se debe usar un calibre de # 6 AWG THHN Cu y una protección de 70A. Para efectos de la puesta a tierra, según la tabla 250.66 del NEC, se menciona que para un calibre de cable # 6 AWG, se debe de utilizar un calibre para la puesta a tierra de # 8 AWG THHN Cu. Para la selección de las canalizaciones, para esta ocasión los bancos de baterías, inversores y panel de control se colocarán en un gabinete a 5 metros de los cargadores e inversores, por lo tanto deberán utilizarse canalizaciones subterráneas y según el artículo 352 y Tabla 4 del capítulo 9 del NEC, se debe de utilizar tubería PVC de 21 mm (3/4 pulg.) de diámetro con una ocupación máxima de 40%.

Disposición del área para la instalación de la infraestructura de paneles:

Para este modelo al requerir una cantidad de **132 paneles** instalados en la marquesina, considerando las áreas por cada espacio de parqueo (2.60 metros de ancho x 5.50 metros de largo) y las dimensiones de cada panel solar (1.13 metros de ancho x 2.38 metros de largo), la infraestructura de la marquesina requerirá abarcar el **total de 25 espacios de parqueo** de los 20 disponibles actualmente en el área de parqueos de la Casa Club.

A continuación, se detalla el diseño unifilar de la instalación necesaria para este modelo de cargadores:

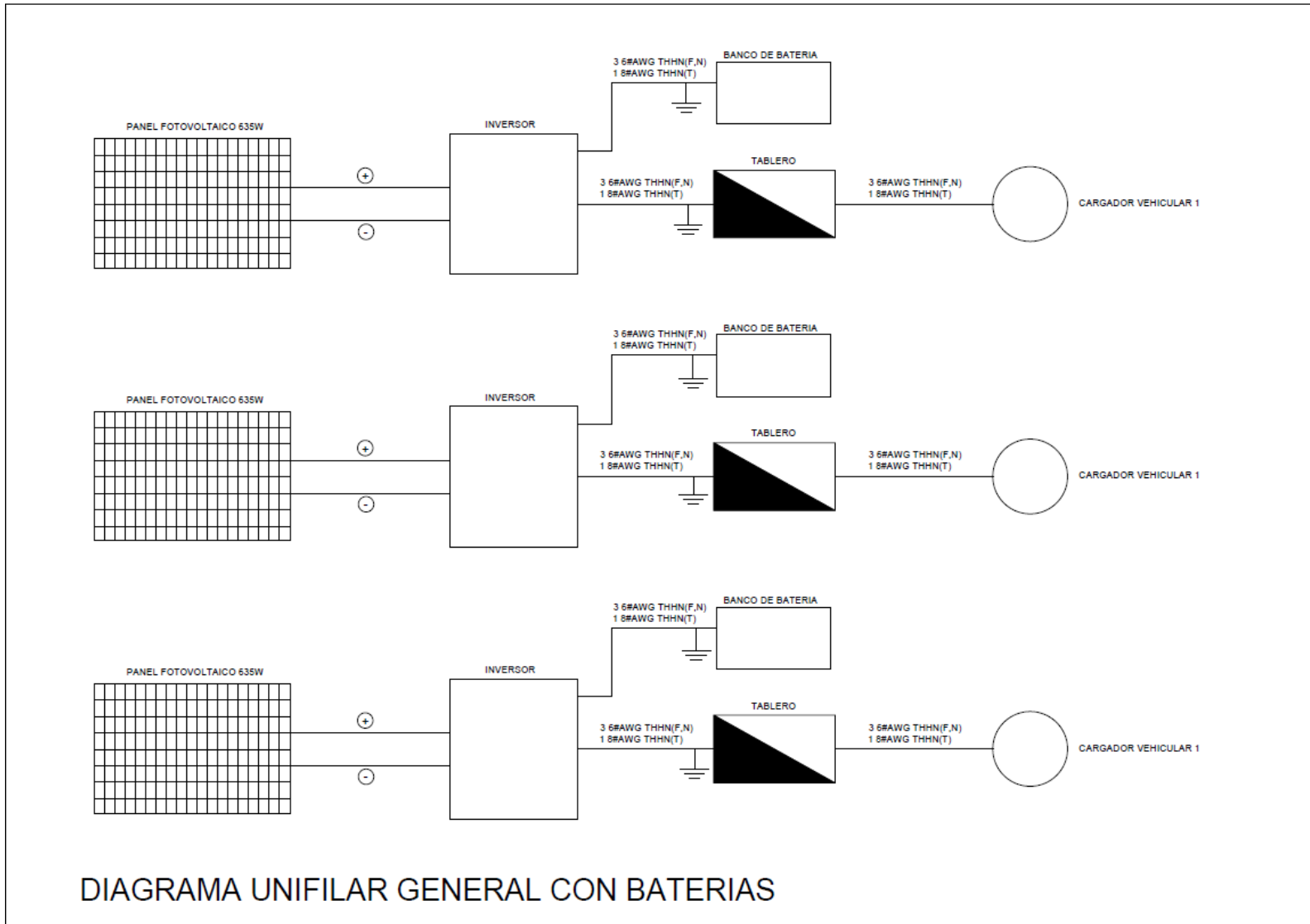


Figura 31. Diagrama Unifilar Paneles-Baterías.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **Sistema autónomo de cargadores con paneles solares y uso de red eléctrica de respaldo.**

Bajo este modelo se utilizará los paneles solares para el uso diurno para cargar los autos y el suministro de la red eléctrica para uso nocturno y respaldo de ser necesario por la no generación de energía por lo paneles solares. Es por esta razón que bajo este escenario los cargadores tendrán la misma carga de consumo pico, generación de energía por panel, # paneles serie-paralelo. Y la disposición del área para la instalación de la infraestructura de paneles, requerirá abarcar el **total de 11 espacios de parqueo** de los 20 disponibles actualmente en el área de parqueos de la Casa Club. Dicho esto, se presenta en la siguiente tabla resumen los datos:

Dato técnico	Valor
Carga consumo pico diurno	208 kWhd
Generación de energía x panel	3.81 kWhd
Paneles totales	60 Paneles
Paneles serie	10 Series
Paneles paralelos x inversor	2 Paralelos
Espacios de Parqueo	11 Espacios

Tabla 8. Datos resumen del sistema de generación diurna.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Conexión a la red de distribución eléctrica pública:

En este modelo se debe de considerar que al tener un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica los posibles excedentes generados pueden ser inyectados al sistema de red, bajo la modalidad del programa de Recursos Energéticos Distribuidos (DER). Se realizó una investigación acerca de esta modalidad, y se determinó que la normativa y regulación de este en Costa Rica aún tiene muchos aspectos que puede llegar a afectar su aprovechamiento y por lo tanto los beneficios para el proyecto no son una garantía de ahorro real. Ruiz (junio, 2024) señala que: en la publicación de la revista El Financiero que “La generación distribuida en Costa Rica transita por una etapa de incertidumbre”. Además, Jan Borchgrevink, presidente de la Cámara de Generación Distribuida (CGD) menciona que la nueva normativa más bien desincentiva la inversión en sistemas con capacidad para generar excedentes, ya que la normativa actual permite a las distribuidoras halar las cifras hacia abajo, sin un piso mínimo establecido. Es por esta razón que se toma la decisión de no

participar en el DER, por la incertidumbre que aún existe, y el modelo se desarrollará bajo un **sistema de autoconsumo conectado a la red, pero solamente para consumo de energía eléctrica** cuando se requiera.

Generación de energía nocturna y respaldo bajo la red eléctrica pública:

Bajo este modelo se considera que las horas de operación nocturna (alrededor de 12 horas) la energía requerida por los cargadores será suministrada por la red eléctrica pública. Tomando en cuenta que existe disponible un transformador de pedestal monofásico 120/240 V cercano a la Casa Club de capacidad de 100 kVA, su capacidad actual disponible es de alrededor el 85%, ya que como se había mencionado de antecedente en este mismo capítulo, solamente alimenta las cargas de las luminarias y toma corrientes de las áreas comunes.

Es importante mencionar que, para poder establecer conexión del sistema fotovoltaico a la red eléctrica pública, como ya previamente se analizó dentro del marco legal y regulatorio, se debe cumplir y solicitar los debidos permisos con ESPH para la interconexión del sistema a la red. Esto implica los costos establecidos dentro del Plan de Generación Distribuida, como los costos de interconexión, tarifas de acceso y también la instalación de medidor de energía bidireccional.

Una vez aclarado esto, se procede a hacer el cálculo de la energía requerida para el uso de cargadores en los ciclos de carga nocturnos:

$$E_{\text{ciclos nocturnos}} = H_{\text{uso}} * \# \text{cargadores} * P_{\text{requerido}}$$

$$E_{\text{ciclos nocturnos}} = 12 \text{ horas} * 3 \text{ cargadores} * 7.4 \text{ kW} = 266 \text{ kWh}$$

Para los ciclos de carga nocturnos se está considerando horas uso pico de 12 horas, ya que son los ciclos en los que más demanda tendrán los cargadores, esto porque los usuarios tienden a utilizar los cargadores después de la salida de sus trabajos y de la noche al siguiente día.

Cálculo de consumo por la noche:

Considerando los datos dados en la Figura 22 del marco teórico, sobre las tarifas comerciales de ESPH superiores a 3000 kWh mensuales, para comercios o negocios, se establece una tarifa fija por los primeros 3000 kWh de 160,110 colones y a partir de los 3001 kWh se cobra 53.3 colones por cada kWh. Estas es la tarifa eléctrica que aplica para el proyecto. Se determina el

costo mensual y por día bajo las 12 horas pico estimado de consumo eléctrico de la red, dicha información se resume en la siguiente tabla:

Tipo Consumo	KWhd	Costo en colones
Diario	266	₡ 14 196
Mensual	7980	₡ 425 893

Tabla 9. Costo estimado de consumo eléctrico en la noche según tarifas de ESPH.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Selección de los inversores:

Para este modelo, los inversores están directamente relacionados a la potencia necesaria que requieren los cargadores de los autos, por esta razón **se utilizarán los mismos que se utilizaron en el modelo de uso de sólo paneles, inversores del tipo monofásicos**. Como se mencionó ya, estos inversores tienen la capacidad de administrar automáticamente el cambio de alimentación de fotovoltaica a la red externa, cuando así se requiera.

Selección de los conductores y protección de sobretensión.

Conductores para corriente directa (CC):

Tramos en serie y paralelo:

En este caso se utilizará los mismos valores de conductores y protecciones del sistema fotovoltaico planteado, del escenario 1 con el modelo de solamente paneles solares

Conductores y protección salida de red inversores:

Tomando en cuenta el sobredimensionamiento del 125%. Según la ficha técnica del inversor a utilizar la corriente máxima es de 48A, según indica la ficha técnica del Apéndice D. Por lo tanto:

$$I_{ACinv} = I_{max\ corto\ circuito} * 1.25$$

$$I_{ACinv} = 48A * 1.25 = 60A$$

Según el NEC en la tabla 310.16, el calibre a utilizar es de # 6 AWG THHN Cu, porque soportaría una corriente de 75A máximo. A nivel de protección según artículo 240.6 (A) se debe

de usar una protección de 70A. Además, según la tabla 250.66 del NEC, se menciona que para un calibre de cable # 6 AWG, se debe de utilizar un calibre para la puesta a tierra de #8 AWG THHN Cu. Para la selección de las canalizaciones según la Tabla 4 del capítulo 9 del NEC, se debe de utilizar tubería EMT de 21 mm (3/4 pulg.) de diámetro con una ocupación máxima de 40%.

Conductores y protección acometida de red eléctrica hacia inversores:

Tomando en cuenta una vez más el sobredimensionamiento del 125%. La salida de CA del inversor utiliza la corriente máxima de 48A, según indica la ficha técnica en el Apéndice D. Por lo tanto:

$$I_{ACinv} = I_{max\ corto\ circuito} * 1.25$$

$$I_{ACinv} = 48A * 1.25 = 60A$$

Para este caso la tabla 310.16 para calibres de los conductores y según el 240.6 (A) con la protección a utilizar, será la misma que la salida de red de los inversores, por esta razón se debe usar un calibre de # 6 AWG THHN Cu y una protección de 70A. Luego, según la tabla 250.66 del NEC, se menciona que para un calibre de cable #6 AWG, se debe de utilizar un calibre para la puesta a tierra de #8 AWG THHN Cu. Para la selección de las canalizaciones, para esta ocasión los conductores de la acometida deberán utilizarse canalizaciones subterráneas y según el artículo 352 y Tabla 4 del capítulo 9 del NEC, en esta ocasión se debe de utilizar tubería PVC de 21 mm (3/4 pulg.) de diámetro con una ocupación máxima de 40%.

Cálculo caídas de voltaje:

Para el cálculo de caída de voltaje, se debe de considerar la Tabla 8 del capítulo 9 del NEC, para obtener las propiedades de los conductores a utilizar. Realizando los cálculos correspondientes, tomando como referencia la Ecuación 6 del marco teórico sobre el cálculo de caídas de voltaje, se presenta la siguiente tabla de resumen del %Cv:

Distancias entre accesorios			
Componente A	Componente B	Distancia (m)	Caída de voltaje (%)
Transformador	Tablero principal	7	0.89

Tablero principal	Banco de Baterías	5	0.64
Banco de baterías	Inversores	6	0.77
Inversores	Cargadores	3	0.4
Paneles	Inversores	2	0.3

*Según NEC 2020 Artículo 210.19, nota informativa No. 3. Indica que el %Cv de los conductores no debe exceder el 3%.

Tabla 10. % Caída voltaje x tramos de conductores.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, se detalla el diseño unifilar de la instalación necesaria para este modelo de cargadores:

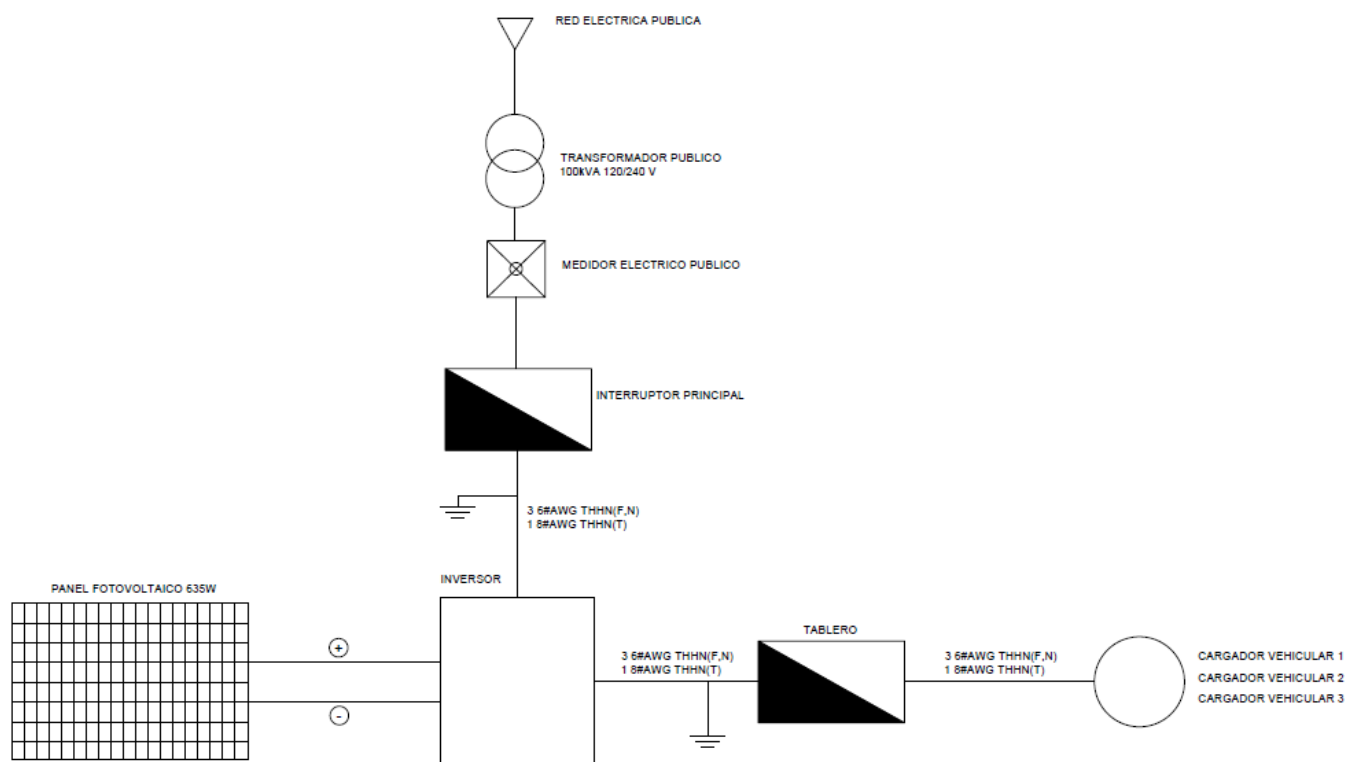


DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL RESPALDO RED ELECTRICA

Figura 32. Diagrama Unifilar Paneles-Respaldo red eléctrica.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **Sistema no fotovoltaico de cargadores alimentados con red eléctrica pública.**

Como una alternativa más de modelo de cargadores para vehículos eléctricos en el condominio, se propone un modelo que sea alimentado al 100% con energía eléctrica de la red pública de ESPH, esto pensando en una opción más convencional.

Para dicha propuesta se pretende instalar 3 cargadores de 7kW de capacidad de potencia, que como ya se mencionó corresponde al número de cargadores que según el perfil de carga de los condóminos va a satisfacer los ciclos actuales de carga y a futuro también. Además, se pretende utilizar esta cantidad de cargadores para poder hacer la comparación lo más similar posible entre este sistema convencional y los fotovoltaicos desarrollados en la propuesta del proyecto.

Para este modelo se considerará según el perfil de ciclo de recarga demostrada en los resultados de las encuestas de las Tablas 4 de este capítulo, y tomando en cuenta que no es un sistema de paneles fotovoltaicos, el pico de demanda que tendrán estos cargadores se dará en horas de la tarde y noche, donde los usuarios necesitarán cargar sus autos. Se considerará que los cargadores tendrán una carga de consumo pico de aproximadamente 15 horas, tomando en consideración que los 3 cargadores pueden trabajar de manera consecutiva y según los ciclos, la energía instalada demandada pico es de aproximadamente 315 kWhd.

Cálculo de consumo eléctrico:

Se considerando nuevamente los datos dados en la Figura 22 del marco teórico, sobre las tarifas donde se establece una tarifa fija por los primeros 3000 kWh de 160,110 colones y a partir de los 3001 kWh se cobra 53.3 colones por cada kWh. Se determina el costo mensual y por día bajo las 15 horas pico estimado de consumo eléctrico de la red, dicha información se muestra en la siguiente tabla:

Tipo Consumo	KWhd	Costo en colones
Diario	315	₡ 16 796
Mensual	9450	₡ 503 895

Tabla 11. Costo estimado de consumo eléctrico en la noche según tarifas de ESPH.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Selección de los cargadores para los modelos del proyecto:

Ya establecida la utilización de los cargadores de tipo semi rápido (L2) de potencia 7 kW para este proyecto, bajo las consideraciones de selección justificadas ya previamente en este mismo capítulo, se procedió a cotizar a proveedores de cargadores y se seleccionaron lo de la marca EV Tech, ya que fueron los de menor costo, además cumplen los estándares de calidad internacional, también poseen tecnología digital de seguimiento de consumo, avisos de finalización de carga para que los usuarios sepan cuando deben de retirar sus autos de los cargadores y facilidad mediante la misma aplicación para que la administración gestione los controles necesarios de uso de los cargadores, programación mediante sesiones para que cada usuario pueda usarlo mediante un reserva ya previamente establecida. También tienen la facilidad de registrar el consumo de utilización de los cargadores para cada usuario, para el cobro de uso por horas.

Respecto a los conductores y protecciones necesarias, el fabricante de los cargadores menciona que la corriente de operación de cada cargador es de 32A, por lo tanto se considera una vez más el sobredimensionamiento del 125% que sugiere el NEC y para este caso la tabla 310.16 para calibres de los conductores y según el 240.6 (A) con la protección a utilizar, se debe usar un calibre de # 8 AWG THHN Cu y una protección de 40A de doble polo. Luego, según la tabla 250.66 del NEC, se menciona que para un calibre de cable #8 AWG, se debe de utilizar un calibre para la puesta a tierra de #8 AWG THHN Cu. Para la selección de las canalizaciones, para esta ocasión los conductores de la acometida deberán utilizarse canalizaciones subterráneas, entonces se seleccionó según la Tabla 4 del capítulo 9 del NEC, en esta ocasión se debe de utilizar tubería PVC de 21 mm (3/4 pulg.) de diámetro con una ocupación máxima de 40%.

Para los conductores a utilizar entre el medidor y los protectores de cada cargador se utilizará un calibre 1/0 AWG THHN Cu, tomando en cuenta la caída de voltaje y según la Tabla 250.66 del NEC un calibre #6 AWG THHN Cu para la puesta a tierra.

A continuación, se detalla el diseño unifilar de la instalación necesaria para este modelo de cargadores:

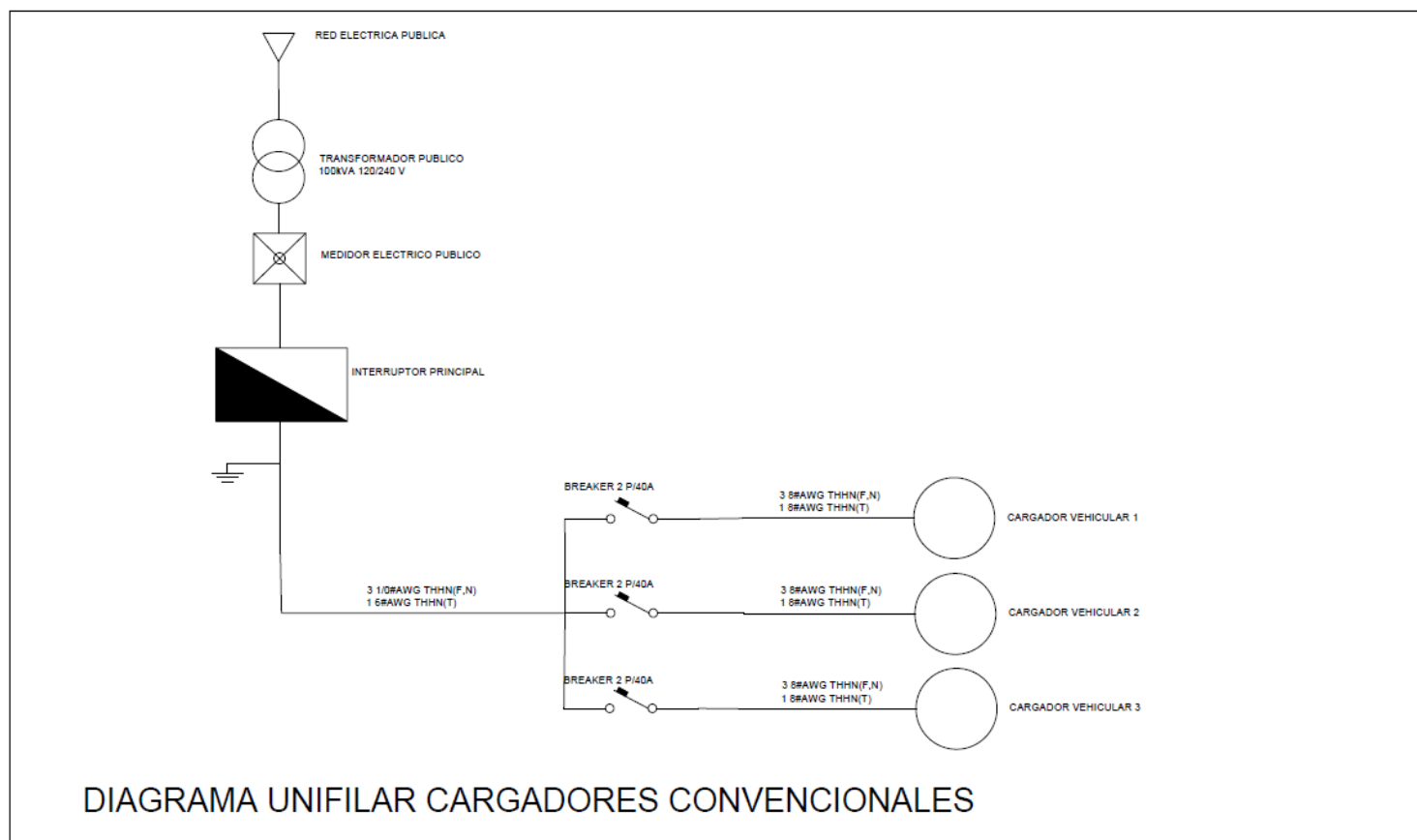


Figura 33. Diagrama Unifilar Cargador Convencional.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Plan técnico de operación, mantenimiento y monitoreo de los sistemas de carga vehicular.

Para garantizar el rendimiento óptimo, la continuidad del servicio y la prolongación de la vida útil de estos sistemas es fundamental establecer un plan integral de operación, mantenimiento y monitoreo. La correcta gestión de estos aspectos no solo asegura una producción energética eficiente, sino que también minimiza riesgos operativos, optimiza los costos de operación y fortalece la confiabilidad del sistema a largo plazo.

Dentro del desarrollo de este tema se establecerá los planes a aplicar para cada uno de los modelos específicamente. A pesar de que los modelos utilizan sistemas fotovoltaicos similares, tienen diferentes componentes dependiendo de la complejidad del sistema.

Se enfocará en tareas de mantenimiento y monitoreo que deben de ejecutar tanto técnicos o empleados no certificados (del condominio), así como ingenieros debidamente incorporados al CFIA autorizado para asumir responsabilidades sobre estos y con las certificaciones NFPA 70 para este tipo de inspecciones, según se menciona en la normativa y legislación nacional, tal y como se especifica en el marco teórico en el Decreto Ejecutivo 43879-MINAE – Reglamento promoción y regulación de recursos energéticos distribuidos de fuentes renovables.

El siguiente plan de mantenimiento y monitoreo, se basará en las recomendaciones de profesionales expertos. Cordero (abril, 2025) señala que: hay tareas especializadas que se pueden realizar tanto por técnicos no especializados o propietarios, como lo son limpiezas e inspecciones visuales, así como las tareas especializadas por un profesional capacitado, por tal razón se especificará los procedimientos, periodicidad y el responsable que deberá realizar dichas tareas:

Plan de mantenimiento cargadores Condominio Tierras de Café			
Labor	Procedimiento	Periodicidad	Responsable
Limpieza de paneles solares	Retirar polvo, hojas y residuos con agua desmineralizada o productos neutros que no sean abrasivos. Además, uso de toallas de fibra suave que evite rayones.	Mensual o cuando se requiera	Técnico de mantenimiento / Propietario
Inspección visual de módulos	Verificar grietas o quebraduras del cristal del panel, ausencia de deformaciones o roturas del marco de los paneles y estado físico de la estructura.	Trimestral	Técnico de mantenimiento / Propietario
Revisión de estructura de soporte	Comprobar fijaciones de los módulos a las estructuras, corrosión, alineación. Además de verificar que no haya estanqueidad, que no haya filtraciones y las juntas estén correctamente selladas.	Trimestral	Técnico de mantenimiento / Propietario

Verificación de cableado y conectores	Revisar continuidad, medición de voltajes, corrientes según especificaciones de diseño y fabricante, además de resoque de conexiones, inspección sobre posible accesorios oxidados y medición térmica por puntos de sobrecalentamiento.	Semestral/Anual	Técnico o ingeniero capacitado
Revisión de protecciones eléctricas	Verificar fusibles-breakers y puesta a tierra.	Semestral/Anual	Técnico o ingeniero capacitado
Limpieza de disipadores y filtros	Realizar limpieza general de polvo y suciedad en disipadores de calor, filtros de ventiladores de inversores y demás componentes.	Semestral/Anual	Técnico o ingeniero capacitado
Verificación sistema de respaldo de banco de baterías.	Medición de degradación de las baterías e inspección de posible sulfatado de bornes.	Semestral/Anual	Técnico o ingeniero capacitado
Monitoreo digital del sistema	Seguimiento de producción, alertas y análisis por medio de software integrados en inversores y cargadores.	Semestral/Anual	Técnico o ingeniero capacitado

Tabla 12. Plan de mantenimiento de sistema de cargadores.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los planes de mantenimiento elaborados serán ejecutados por los técnicos del condominio, respecto a los de periodicidad mensuales y trimestrales, ya que no es necesario posean algún tipo de certificación. Respecto a los semestrales y anuales, ya que el personal de mantenimiento del condominio no posee personal certificado, estos se realizarán bajo contrato a terceros por empresas que posea ingenieros incorporados y certificados del CFIA, como solicita la legislación nacional. Se debe mencionar que los servicios de proveedores cotizados incluyen en la oferta las visitas semestrales y anuales de mantenimiento por el primer año, los próximos años se deberá de contratar por los servicios. **Se consultó y los costos por cada visita es de 1000 dólares estadounidenses.**

Es importante mencionar respecto a las garantías que cubre los proveedores y fabricante correspondientes a cada componente utilizados en el proyecto. Tales coberturas de garantías se detallan a continuación a continuación:

Registro Garantías		
Componente/Accesorio	Cobertura	Descripción de Cobertura
Paneles solares	12 años	Sobre defectos de fabricación y materiales
Inversores	10 años	Sobre defectos de fabricación y materiales
Cargadores	2 años	Sobre defectos de fabricación y materiales
Obra eléctrica	1 año	Sobre materiales e instalación
Obra Civil/ Estructural	1 año	Sobre materiales e instalación

Tabla 13. Garantías del sistema por proveedores y fabricantes.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Análisis Financiero.

Se hará un análisis específico para cada uno de los modelos desarrollados anteriormente, tomando en cuenta que cada caso posee variantes en el diseño, mediante cálculos del TIR y VAN ya referenciadas sus fórmulas y explicación en el capítulo del Marco Referencial del documento.

Tomando en cuenta el perfil de uso de los cargadores de los condóminos, información obtenida en las encuestas realizadas, según la Tabla 4.2, los residentes asumen un gasto promedio mensual por uso de los cargadores domésticos y por esto se propone cobrar **una tarifa mensual de 26,000 colones** para poder cubrir la inversión necesaria para el diseño y los gastos por mantenimiento para los modelos fotovoltaicos. Esta cuota por cobrar, según la legislación actual no pueden ser consideradas como venta de energía eléctrica, tal como se señala en el inciso del análisis del marco legal y regulatorio, la venta de energía eléctrica solamente las empresas distribuidoras lo pueden hacer y se deberá realizar la consulta jurídica para que el condominio genere un contrato o documento similar con el condómino para que el servicio que se brindará de espacio para cada vehículo eléctrico cumpla con los requisitos legales actuales. Además, la inversión del proyecto será respaldada al 100% mediante un crédito bancario con el Banco Nacional de Costa Rica, con un “Crédito Ecológico” y una tasa anual de 16.76%.

Para los cálculos donde se requiera utilizar la tarifa eléctrica de la empresa ESPH para análisis de costos, se investigó que, según el histórico de tarifas publicado por la ARESEP, la

fluctuación de estas tarifas desde el 2021 al costo actual, ha experimentado un aumento promedio del 2%. Por esta razón, para efectos de la estimación de costos en los análisis técnicos y financieros se establecerá un incremento anual del 2% en la tarifa eléctrica para los próximos años, esto basándose en el incremento histórico desde el 2021 ya mencionado. Además, dicha estimación está sujeta a variables tales como: las dependencias de fuentes térmicas y la variabilidad en los precios internacionales de combustibles que pueden generar presiones al alza y los posibles cambios de políticas públicas por las próximas elecciones de gobierno, pueden generar modificaciones del costo final al consumidor. Este enfoque permite contrarrestar posibles fluctuaciones y asegurar que los escenarios financieros contemplen márgenes adecuados ante variaciones tarifarias futuras.

Para efectos de este análisis el diseño de este proyecto podría llegar a implementarse a partir del año 2026, y se tomará en cuenta las proyecciones de crecimiento de la flota vehicular del condominio y los ingresos que se captarán bajo el concepto de cuotas por uso de cargadores de los condóminos con vehículos eléctricos.

A continuación, se presenta la tabla de los ingresos que serán captados por concepto de cuotas por uso de los cargadores:

Cobros cuota por uso cargadores eléctricos				
Año	Flotilla vehicular	Cobro mensual	Cobro total mensual	Cobro total anual
2026	40	₡ 26 000	₡ 1 040 000	₡ 12 480 000
2027	51	₡ 26 000	₡ 1 326 000	₡ 15 912 000
2028	61	₡ 26 000	₡ 1 586 000	₡ 19 032 000
2029	72	₡ 26 000	₡ 1 872 000	₡ 22 464 000
2030	82	₡ 26 000	₡ 2 132 000	₡ 25 584 000
2031	93	₡ 26 000	₡ 2 340 000	₡ 28 080 000

Tabla 14. Ingresos por cuotas uso de cargadores.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, se presentará los respectivos análisis financieros de los diferentes modelos desarrollados en el proyecto, para finalmente hacer una comparación de las diferentes opciones y seleccionar el que económicamente es más viable para implementar. Se debe de considerar que las cotizaciones presentadas por el proveedor están en dólares estadounidenses y el análisis se hará en colones por lo que se utilizará un tipo de cambio a hoy 6 de noviembre del 2025 con **505.87 colones por cada dólar**. Además, los cálculos contables se harán de forma anual.

Análisis financiero modelo autónomo con paneles solares.

A continuación, se presenta la cotización del proyecto por proveedor electromecánico, donde se contempla todos los ítems requeridos para dicho modelo:


DESGLOSE DE OFERTA					
PROYECTO	Cargadores Sistema Fotovoltaico Condominio Tierras de Café				
CLIENTE	Diego Rojas González				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDADES	UNITARIOS	TOTAL	COMENTARIOS
1	Obra Civil	1	\$ 8 200.00	\$ 8 200.00	Los tiempos de entrega de los equipos son aproximados entre 8 a 10 semanas (paneles, inversores, baterías). Los montos son llave en mano incluyendo: MO, adm, imprevisibilidad.
2	Estructura para Paneles	1	\$ 22 680.00	\$ 22 680.00	
3	Sistema Fotovoltaico (paneles & inversores)	1	\$ 28 500.00	\$ 28 500.00	
4	Obra Electrica	1	\$ 2 705.00	\$ 2 705.00	
5	Cargadores Vehiculares Marca EV	3	\$ 1 150.00	\$ 3 450.00	
6	Acabados, Señalización, complementos	1	\$ 1 400.00	\$ 1 400.00	
7	Importación, servicios aduana y transporte	1	\$ 7 965.00	\$ 7 965.00	
TOTAL OFERTA				\$ 74 900	
TOTAL OFERTA + IVA				\$ 84 637	
Los items globales incluyen los materiales, equipos, accesorios necesarios para la ejecución. Para los equipos fotovoltaicos no aplica IVA.					

Figura 34. Cotización modelo sólo paneles solares.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Considerando que el proyecto será 100% financiado, en el Anexo H se muestra la tabla de amortización que se fijó con un crédito de **42,815,319 colones**, con un plazo de 6 años y una cuota mensual de **946,750 colones**. El plazo se ajusta conforme a los ingresos por cobro de cuota de uso de cargadores a los condóminos a partir del 2026.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de efectivo anual, así como el pago del préstamo, considerando la proyección de ingresos por aumento de la flota, mostrado en la Tabla 14:

	AÑOS					
	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Inversion Inicial	₡ 42 815 319	-	-	-	-	-
Ingresos						
Cuota uso de cargadores	₡ 12 480 000	₡ 15 912 000	₡ 19 032 000	₡ 22 464 000	₡ 25 584 000	₡ 28 080 000
Gastos						
Mantenimientos preventivos	-	505 870	505 870	505 870	505 870	505 870
Mantenimientos correctivos	-	1 517 610	1 517 610	1 517 610	1 517 610	1 517 610
Amortización de deuda	- 4 522 097	- 5 341 018	- 6 308 240	- 7 450 619	- 8 799 874	- 10 393 471
Intereses financieros	- 6 838 909	- 6 019 989	- 5 052 767	- 3 910 388	- 2 561 132	- 967 536
TOTAL GASTOS	- 11 361 007	- 13 384 487	- 13 384 487	- 13 384 487	- 13 384 487	- 13 384 487
FLUJO EFECTIVO NETO	₡ 1 118 993	₡ 2 527 513	₡ 5 647 513	₡ 9 079 513	₡ 12 199 513	₡ 14 695 513
SALDO PRESTAMO	₡ 38 293 222	₡ 32 952 204	₡ 26 643 964	₡ 19 193 345	₡ 10 393 471	₡ -

Figura 35. Flujo efectivo modelo sólo paneles solares.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Análisis financiero modelo de paneles solares y respaldo con banco de baterías.

A continuación, se presenta la cotización del proyecto por proveedor electromecánico, donde se contempla todos los ítems requeridos para dicho modelo:


DESGLOSE DE OFERTA					
PROYECTO	Cargadores Sistema Fotovoltaico Condominio Tierras de Café				
CLIENTE	Diego Rojas González				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDADES	UNITARIOS	TOTAL	COMENTARIOS
1	Obra Civil	1	\$ 14 500.00	\$ 14 500.00	Los tiempos de entrega de los equipos son aproximados entre 8 a 10 semanas (paneles, inversores, baterías). Los montos son llave en mano incluyendo: MO, adm, imprevis, utilidad.
2	Estructura para Paneles	1	\$ 32 400.00	\$ 32 400.00	
3	Sistema Fotovoltaico (paneles & inversores)	1	\$ 36 600.00	\$ 36 600.00	
4	Bancos de Baterías	1	\$ 78 150.00	\$ 78 150.00	
5	Obra Electrica	1	\$ 5 200.00	\$ 5 200.00	
6	Cargadores Vehiculares Marca EV	3	\$ 1 150.00	\$ 3 450.00	
7	Acabados, Señalización, complementos	1	\$ 2 400.00	\$ 2 400.00	
8	Importación, servicios aduana y transporte	1	\$ 17 700.00	\$ 17 700.00	
TOTAL OFERTA				\$ 190 400	
TOTAL OFERTA + IVA				\$ 215 152	
Los ítems globales incluyen los materiales, equipos, accesorios necesarios para la ejecución. Para los equipos fotovoltaicos no aplica IVA.					

Figura 36. Cotización modelo paneles solares y bancos de baterías.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el Anexo H se muestra la tabla de amortización que se fijó a un plazo de 10 años, plazo máximo que ofrece el banco para este tipo de créditos. Con un crédito de **108,838,942 colones** y con una cuota mensual de **1,875,075 colones**. El plazo se ajusta conforme a los ingresos por cobro de cuota de uso de cargadores a los condóminos a partir del 2026.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de efectivo anual, así como el pago del préstamo, considerando la proyección de ingresos por aumento de la flota, mostrado en la Tabla 14:

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Inversión Inicial	€ 108 838 942									
Ingresos										
Cuota uso de cargadores	€ 12 480 000	€ 15 912 000	€ 19 032 000	€ 22 464 000	€ 25 584 000	€ 28 080 000	€ 28 080 000	€ 28 080 000	€ 28 080 000	€ 28 080 000
Gastos										
Mantenimientos preventivos	-	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740
Mantenimientos correctivos	-	2 023 480	2 023 480	2 023 480	2 023 480	2 023 480	2 023 480	2 023 480	2 023 480	2 023 480
Intereses financieros	17 898 484	17 065 016	16 080 614	14 917 943	13 544 721	11 922 817	10 007 198	7 744 673	5 072 421	1 916 242
Amortización de deuda	4 602 423	5 435 891	6 420 293	7 582 964	8 956 186	10 578 090	12 493 709	14 756 234	17 428 486	20 584 665
TOTAL DE GASTOS	-€ 22 500 907	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127	-€ 25 536 127
Flujo neto efectivo	-€ 10 020 907	-€ 9 624 127	-€ 6 504 127	-€ 3 072 127	€ 47 873	€ 2 543 873	€ 2 543 873	€ 2 543 873	€ 2 543 873	€ 2 543 873
SALDO PRESTAMO	€ 104 238 519	€ 98 800 628	€ 92 380 335	€ 84 797 371	€ 75 841 185	€ 65 263 095	€ 52 769 386	€ 38 013 152	€ 20 584 665	€ -

Figura 37. Flujo efectivo modelo paneles solares y bancos de baterías.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Análisis financiero modelo autónomo con paneles solares y respaldo con red eléctrica pública.

A continuación, se presenta la cotización del proyecto por proveedor electromecánico, donde se contempla todos los ítems requeridos para dicho modelo:


DESGLOSE DE OFERTA					
PROYECTO	Cargadores Sistema Fotovoltaico Condominio Tierras de Café				
CLIENTE	Diego Rojas González				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDADES	UNITARIOS	TOTAL	COMENTARIOS
1	Obra Civil	1	\$ 9 000.00	\$ 9 000.00	Los tiempos de entrega de los equipos son aproximados entre 8 a 10 semanas (paneles, inversores, baterías). Los montos son llave en mano incluyendo: MO, adm, imprevis, utilidad.
2	Estructura para Paneles	1	\$ 22 680.00	\$ 22 680.00	
3	Sistema Fotovoltaico (paneles & inversores)	1	\$ 28 500.00	\$ 28 500.00	
4	Obra Electrica	1	\$ 7 500.00	\$ 7 500.00	
5	Cargadores Vehiculares Marca EV	3	\$ 1 150.00	\$ 3 450.00	
6	Acabados, Señalización, complementos	1	\$ 2 400.00	\$ 2 400.00	
7	Importación, servicios aduana y transporte	1	\$ 8 125.00	\$ 8 125.00	
TOTAL OFERTA				\$ 81 655	
TOTAL OFERTA + IVA				\$ 92 270	
Los items globales incluyen los materiales, equipos, accesorios necesarios para la ejecución. Para los equipos fotovoltaicos no aplica IVA.					

Figura 38. Cotización modelo paneles solares y red eléctrica.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el Anexo H se muestra la tabla de amortización que se fijó a un plazo de 6 años. Con un crédito de **46,676,625 colones** y con una cuota mensual de **1,032,133 colones**. El plazo se ajusta conforme a los ingresos por cobro de cuota de uso de cargadores a los condóminos a partir del 2026.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de efectivo anual, así como el pago del préstamo, considerando la proyección de ingresos por aumento de la flotilla, mostrado en la Tabla 14:

	Años					
	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Inversión Inicial	¢ 46 676 625					
Ingresos						
Cuota uso de cargadores	¢ 12 480 000	¢ 15 912 000	¢ 19 032 000	¢ 22 464 000	¢ 25 584 000	¢ 28 080 000
Gastos						
Mantenimientos preventivos	-	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740	1 011 740
Mantenimientos correctivos	-	1 517 610	1 517 610	1 517 610	1 517 610	1 517 610
Consumo eléctrico	- 434 411	- 443 099	- 451 961	- 461 000	- 470 220	- 479 625
Intereses financieros	- 7 455 677	- 6 562 902	- 5 508 452	- 4 263 047	- 2 792 109	- 1 054 793
Amortización de deuda	- 4 929 923	- 5 822 699	- 6 877 149	- 8 122 554	- 9 593 492	- 11 330 808
TOTAL DE GASTOS	-¢ 12 820 012	-¢ 15 358 050	-¢ 15 366 912	-¢ 15 375 951	-¢ 15 385 171	-¢ 15 394 576
Flujo neto efectivo	-¢ 340 012	¢ 553 950	¢ 3 665 088	¢ 7 088 049	¢ 10 198 829	¢ 12 685 424
SALDO PRESTAMO	¢ 41 746 701	¢ 35 924 003	¢ 29 046 854	¢ 20 924 300	¢ 11 330 808	-¢ 0

Figura 39. Flujo de efectivo modelo paneles solares y red eléctrica.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Análisis financiero modelo cargadores convencionales con red eléctrica.

A continuación, se presenta la cotización del proyecto por proveedor electromecánico, donde se contempla todos los ítems requeridos para dicho modelo:


DESGLOSE DE OFERTA					
PROYECTO	Cargadores Eléctricos Condominio Tierras de Café				
CLIENTE	Diego Rojas González				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDADES	UNITARIOS	TOTAL	COMENTARIOS
1	Obra Civil	1	\$ 1 200.00	\$ 1 200.00	Los tiempos de entrega de los equipos son aproximados entre 8 a 10 semanas (paneles, inversores, baterías). Los montos son llave en mano incluyendo: MO, adm, imprevisión, utilidad.
2	Obra Electrica	1	\$ 1 400.00	\$ 1 400.00	
3	Cargadores Vehiculares Marca EV	3	\$ 1 150.00	\$ 3 450.00	
4	Acabados, Señalización, complementos	1	\$ 1 100.00	\$ 1 100.00	
5	Importación, servicios aduana y transporte	1	\$ 2 300.00	\$ 2 300.00	
TOTAL OFERTA				\$ 9 450	
TOTAL OFERTA + IVA				\$ 10 679	
Los ítems globales incluyen los materiales, equipos, accesorios necesarios para la ejecución					

Figura 40. Cotización modelo cargadores convencionales.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el Anexo H se muestra la tabla de amortización que se fijó a un plazo de 5 años. Con un crédito de **5,402,185 colones** y con una cuota mensual de **492,090 colones**. El plazo se ajusta conforme a los ingresos por cobro de cuota de uso de cargadores a los condóminos a partir del 2026.

En la siguiente tabla se muestra el flujo de efectivo anual, así como el pago del préstamo, considerando la proyección de ingresos por aumento de la flotilla, mostrado en la Tabla 14:

	2026	2027	Años 2028	2029	2030
Inversion Inicial	₡ 5 402 186	-	-	-	-
Ingresos					
Cuota uso de cargadores	₡ 12 480 000	₡ 15 912 000	₡ 19 032 000	₡ 22 464 000	₡ 25 584 000
Gastos					
Mantenimientos preventivos	-	505 870	505 870	505 870	505 870
Mantenimientos correctivos	-	1 517 610	1 517 610	1 517 610	1 517 610
Consumo eléctrico	- 513 973	524 252	534 737	545 432	556 341
Intereses financieros	- 502 893	-	-	-	-
Amortización de préstamo	- 5 402 186	-	-	-	-
TOTAL DE GASTOS	-₡ 6 419 052	-₡ 1 499 228	-₡ 2 558 217	-₡ 1 478 048	-₡ 2 579 821
FLUJO EFECTIVO NETO	₡ 6 060 948	₡ 14 412 772	₡ 16 473 783	₡ 20 985 952	₡ 23 004 179
SALDO PRESTAMO	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -

Figura 41. Flujo de efectivo modelo cargadores convencionales.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Resumen financiero de VAN y TIR por modelo.

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
	Cargadores Convencionales	Paneles Solares	Paneles y Red Eléctrica	Paneles y Baterías
Inversión Inicial	₡ 5 402 186	₡ 42 815 319	₡ 46 676 625	₡ 108 838 942
Periodo de Amortización	1	6	6	10
VAN > 0	₡ 42 602 377	-₡ 20 148 141	-₡ 30 738 872	-₡ 126 426 634
TIR > TD (16,76%)	175%	1%	-6%	-27%

Figura 42. Resumen VAN y TIR por modelo.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Según la evaluación realizada de la demanda energética de los centros de carga del Condominio Tierras de Café, tal como se logra observar en las Tablas 3, 4.1, 4.2 y 4.3 del análisis de resultados, muestra que la flotilla vehicular actual es de aproximadamente 30 vehículos con una capacidad promedio de baterías de 70 kWh, de igual forma se puede observar que con los cargadores domésticos de tipo semi rápidos de 7kW, los tiempos de carga promedio son de 7.5h (0-80%), para un costo promedio por consumo de 26,000 colones/mes por vehículo, además que en promedio cargan 1 vez por semana sus vehículos, datos que permiten proyectar la energía y gasto promedio por domicilio. Además, como se muestra en la Tabla 5 del análisis de resultados, las proyecciones de crecimiento de la flotilla se estiman sea de 40 vehículos eléctricos en 2026 y de hasta más de 72 vehículos en el 2029, por lo que se requiere diseñar una infraestructura de escalabilidad, garantizando la viabilidad técnica y económica a mediano plazo.
- A partir de la revisión del marco legal y regulatorio aplicable al diseño del sistema fotovoltaico para los centros de carga del condominio, desarrollada en el inciso del análisis de resultados del marco legal y regulaciones vigentes del país, se confirma la viabilidad técnica y administrativa del proyecto, y que este depende de la integración de los requisitos legales normativos y municipales, entre ellos la Ley N°9518 que aporta incentivos y disposiciones de los centros de carga, pero su enfoque es infraestructura pública y deja vacíos para instalaciones privadas. Los decretos 43879 y 41642 del MINAE, considera los requisitos de interconexión, cumplimiento infaltable con el NEC y participación de

profesionales debidamente certificados en el CFIA. Además, es vital realizar la consulta jurídica para que el condominio genere un contrato o documento similar con el condómino para el servicio que se brindará de espacio para su vehículo eléctrico, ya que la normativa vigente, el vender energía eléctrica solamente las empresas distribuidoras lo pueden hacer y que la cuota que se pretende cobrar cumpla con los requisitos legales actuales. También, los requisitos obligatorios del cumplimiento del Código Eléctrico Nacional, para el diseño, protecciones y circuitos tanto para cargadores como sistemas fotovoltaicos son indispensables para la seguridad, inspección y aprobación final. Y por último los requisitos municipales y de ESPH, que son de carácter obligatorio para la implementación del proyecto.

- Tal como se observa en el inciso de “Diseño técnico de infraestructura de carga fotovoltaica para los vehículos eléctricos del Condominio Tierras de Café”, se desarrolló la propuesta determinando la ubicación ideal para el proyecto, y se concluyó que la zona de parqueos públicos del área común de la Casa Club era la más adecuada. Como se detalla en el inciso “Modelos de los sistemas fotovoltaicos propuestos para el proyecto”, se propuso 4 posibles soluciones para el sistema de cargadores de vehículos eléctricos para el condominio, y se resumen en los siguientes puntos los aspectos más importantes a considerar de cada uno:
 - ✓ **Modelo de cargadores convencionales alimentados solamente por la red eléctrica:** a pesar de no ser una opción como sistema fotovoltaico, es un sistema que se incluyó en la investigación, ya que estos no tienen la limitante de los modelos fotovoltaicos respecto al área requerida, no se afecta por variables climáticas y los costos tanto de instalación, mantenimiento y operación son bajos. **Los costos para este modelo son de 5,402,186 colones.**
 - ✓ **Modelo de paneles solares y respaldo con alimentación de la red eléctrica pública:** esta opción es técnicamente factible implementar en el área de parqueos, ya que abarca los mismos espacios del modelo de solo paneles, con 11 espacios necesarios, además utiliza el respaldo de generación eléctrica para los lapsos donde no hay suficiente energía solar, por lo que sí satisface las necesidades técnicas de carga de los vehículos de los condóminos. **Los costos para este modelo son de 42,815,319 colones.**

- ✓ **Modelo totalmente autónomo alimentando los cargadores con solamente paneles solares:** el cual, si es factible técnicamente desarrollar ya que tomando en cuenta la cantidad de paneles a instalar del total de 20 espacios de parqueo del área común abarca un total de 11 espacios por lo tanto si se posee área disponible. Lo que no logra satisfacer, es la necesidad de carga en horario nocturno, ya que al no tener generación eléctrica en estas horas para los condóminos no es posible su uso. **Los costos para este modelo son de 46,676,625 colones.**
- ✓ **Modelo con cargadores híbridos de paneles solares y banco de baterías:** este es un sistema totalmente autónomo y que sería la mejor opción para los condóminos técnicamente, sin embargo ocupa 132 paneles solares y esto significa un área total que abarcaría 25 espacios de parqueo, y en la actualidad solamente se tiene 20 espacios de área de parqueo. **Los costos para este modelo son de 108,838,942 colones.**

En conclusión, considerando los criterios técnicos, de costos y de espacio necesario, se reconoce que **el sistema no fotovoltaico de cargadores convencionales** satisface las necesidades de carga de los condóminos, por su bajo costo en relación con los fotovoltaicos y simplicidad operativa. En el caso de los sistemas de tipo fotovoltaico se selecciona como el modelo óptimo para el sistema de carga, **el modelo de paneles solares con respaldo de red eléctrica**, porque permite aprovechar la generación fotovoltaica durante las horas con radiación solar y garantiza la continuidad operativa mediante el suministro de la red eléctrica pública en horarios nocturnos o malas condiciones climáticas.

- Como se muestra en la Tabla 12 se presenta una lista de tareas mínimas de mantenimiento, operación y monitoreo para garantizar la eficiencia operativa, continuidad del servicio y la prolongación de la vida útil de los sistemas de cargadores del condominio, se detallan la combinación de tareas rutinarias realizadas tanto por el personal del condominio y mantenimientos especializados ejecutados por empresas con personal capacitado y debidamente incorporados al CFIA. Este plan integral de mantenimiento en conjunto con las garantías ofrecidas por el proveedor ofrece una viabilidad técnica y económica del sistema a mediano y largo plazo.
- Mediante un análisis financiero, se evaluó los cuatro modelos propuestos. Se tomaron en cuenta los ingresos estimados por cuotas a cobrar por el uso de cargadores de los

condóminos que poseen vehículos eléctricos y la proyección de crecimiento de flotilla vehicular en los próximos 5 años, así como los costos operativos, de mantenimiento y financieros de los equipos. Como resultado de dicho análisis resumido en la Figura 42, se debe considerar que:

- a) Los sistemas fotovoltaicos no reflejan una viabilidad económica positiva, a pesar de sus grandes beneficios ambientales (menor huella de carbono, independencia eléctrica, entre otros), sus indicadores financieros de VAN y TIR resultaron negativos, esto principalmente por los altos costos de inversión inicial requeridos para la compra e instalación de los equipos.
- b) Los cargadores convencionales son modelos con una alta viabilidad económica, reflejando indicadores de VAN y TIR positivos y de bajos costos de inversión inicial, mantenimiento y operación. A pesar de que dicho modelo no cumple con el objetivo general de esta investigación, se decidió tomar en cuenta debido a los beneficios económicos y estratégicos que estos le pueden dar al Condominio (mayor plusvalía, reducción en los costos de carga y necesidad expuesta por los condóminos). Además, se determinó que en este sistema si se redujera la cuota a la mitad de la que se pretende cobrar, aun así se obtiene un VAN y TIR positivos, por lo que generaría un valor agregado para este modelo.

Con base en los resultados del análisis financiero, se concluye que la opción más viable para implementar en el Condominio Tierras de Café es el modelo de cargadores convencionales alimentados por la red eléctrica. La decisión se basa en que, a pesar de que los sistemas fotovoltaicos ofrecen beneficios ambientales considerables, los indicadores financieros de VAN y TIR resultaron ser negativos, debido al alto costo de inversión inicial que estos conllevan. También, el modelo convencional demostró una alta rentabilidad económica, con indicadores positivos, bajos costos de instalación, operación y mantenimiento, además que es una opción que se adapta a la demanda proyectada de carga vehicular. Además, incluso ante una reducción del 50% en la tarifa mensual propuesta, este modelo sigue generando valor económico, por lo que refuerza su atractivo sin duda alguna.

Recomendaciones

- Se recomienda conversar con la administración del condominio y la asamblea de condóminos, para comunicar la necesidad existente de adquirir y ampliar la capacidad de cargadores para vehículos eléctricos en un mediano y largo plazo, ya que, según la encuesta realizada en esta investigación, se prevé un crecimiento y demanda de vehículos eléctricos en el Condominio.
- Considerar a futuro la instalación de un transformador de mayor capacidad de potencia, en caso de que se requiera instalar más cargadores en el condominio y sea necesario el uso de energía de la red eléctrica para su funcionamiento.
- Se recomienda evaluar un servicio de red eléctrica trifásica en el condominio, ya que existen cargadores de mayor capacidad de carga en un menor tiempo. Y de esta forma, se lograría reducir los tiempos de recarga de los vehículos eléctricos del condominio.
- En la actualidad, el uso de energía renovable en las tecnologías cada día va en crecimiento, y se espera que las normativas y legislación cada día sea más robusta y completa. Por lo tanto, se recomienda buscar soluciones y alianzas proyectos públicos-privados, que incentiven a los condominios a poder adquirir infraestructura de energías renovables a un menor costo.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Descripción de la propuesta.

Como resultado del análisis global realizado en las áreas técnicas, legal y financiera, se propone como modelo para la implementación para el Condominio Tierras de Café, el sistema de cargadores eléctricos convencionales alimentados por la red eléctrica pública. Esta selección está fundamentada por la necesidad de garantizar una solución que sea escalable, segura y económicamente viable ante el crecimiento proyectado de la flota vehicular eléctrica. Este modelo ofrece bajos costos de instalación, operación y mantenimiento, además de la alta rentabilidad, además de cumplir con los requisitos normativos vigentes y tiene mayor flexibilidad ante las condiciones climáticas, de espacio y operativas del condominio. Por lo tanto, se considera la alternativa más eficiente y estratégica para satisfacer la demanda energética de los residentes, optimizando los recursos y asegurando que sea sostenible el diseño del proyecto a mediano y largo plazo. A continuación, se describe un resumen del modelo propuesto:

✓ **Infraestructura de cargadores.**

Se instalarán 3 cargadores para vehículos eléctricos de capacidad de 7kW de la marca EV Tech, en los espacios de parqueo del área común de la Casa Club del condominio. Estos cargadores serán respaldados al 100% mediante la red eléctrica pública de la compañía ESPH, utilizando el transformador de pedestal monofásico 120/240 V de 100 kVA instalado en el área de la Casa Club.

✓ **Control de uso de los cargadores.**

La administración del condominio tendrá la posibilidad de utilizar mediante la aplicación incluida ya en el sistema de cargadores para el uso de estos y también mediante tarjetas RFID, para gestionar el cronograma de uso.

✓ **Propuesta de Cobros por uso.**

De la misma forma que en el control de uso de los cargadores, la administración tendrá un perfil exclusivo para tener registro y gestión de uso para cada usuario. La propuesta de cuota mensual para cada vehículo registrado autorizado es de 26,000 colones que cubrirá los gastos de la inversión, mantenimientos preventivos, correctivos, consumo eléctrico y además permitirá generar a la administración ingresos extraordinarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

Tipán, L., Fiallos, D., & Jaramillo, M. (2022). *Determinación del punto óptimo de potencia en paneles fotovoltaicos mediante el modelo de Liu & Jordan considerando variables difusas*. *Revista Técnica Energía*, 18(2), 48–60. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922022000100048&lng=es&nrm=iso

Lascano, J. S., Saraguro, R., Quinatoa, C., Tapia, J., & Chiza, L. (2023). *Estimación de la demanda de una estación de carga para vehículos eléctricos mediante la aplicación de métodos probabilísticos*. *Revista Técnica Energía*, 20(1), 52–65. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922023000200052&lng=es&nrm=iso

Sánchez, Y., Sarmiento, A., Rodríguez, P., & Masip, Y. (2021). *Dimensionado de sistema fotovoltaico autónomo para recargar vehículos eléctricos*. *Revista Ingeniería Mecánica*, 24(1), 38–45. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59442021000100038

Villareal, J., & Cuji, C. (2024). *Diseño y evaluación de un sistema fotovoltaico aislado para iluminación en vías rurales y carga de vehículos eléctricos basado en un enfoque multipropósito*. *Revista Técnica Energía*, 20(2), 47–57. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922024000100047

Dirección de Gestión del Conocimiento. (2023, enero 17). *Electromovilidad en Perú: presente y futuro de los autos eléctricos* [Informe técnico]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667114>

Bejarano-Gómez, A. P. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de centros de recarga para vehículos eléctricos en el Campus Central del Instituto Tecnológico de Costa Rica* [Proyecto de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12316>

Ramírez Chaves, E. (2024). *Movilización vehicular y medio ambiente, ¿son los autos eléctricos la ruta hacia una solución definitiva?: El caso costarricense*. *Revista Académica Arjé*, 7(1), 28–62. <https://revistas.utn.ac.cr/index.php/arje/article/view/703>

Alpízar Gutiérrez, V. (2021). *Diseño de sistemas fotovoltaicos basados en estudios de sitio* [Trabajo final de graduación, Universidad de Costa Rica]. Repositorio SIBDI-UCR. <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/a2da5340-3bb1-42a1-900f-13bd1548b984>

Vega Garita, V., Blanco Alfaro, M. I., & Pérez, A. (2023). *Análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos con almacenamiento de energía para clientes con tarifa residencial de Costa Rica*. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 33(2), 17–41. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ingenieria/v33n2/2215-2652-ingenieria-33-02-16.pdf>

Tipán, L., & De La Torre, E. (2021). *Caracterización de energía solar fotovoltaica utilizando el modelo aniso trópico de Muneer*. *Revista Técnica Energía*, 17(2), 65–73. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922021000100065&lng=es&nrm=iso

Pérez, C. (2024, septiembre). *Tipos de vehículos eléctricos*. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/movilidad-electrica/tipos-vehiculos-electricos>

KIA Perú. (2025, marzo 5). *¿Qué tipos de cargadores eléctricos para autos existen?*. KIA. <https://www.kia.com/pe/util/news/tipos-cargadores-electricos-autos.html>

GBT. (2023, abril 21). *Todo lo que debes saber sobre los diferentes tipos de conectores para cargar tu vehículo eléctricos*. GBT Costa Rica. <https://www.gbtcra.info/post/todo-lo-que-debes-saber-sobre-los-diferentes-tipos-de-conectores-para-cargar-tu-veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctricos>

Iberdrola. (s.f.). *¿Cómo funcionan las placas solares fotovoltaicas?*. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestro-modelo-innovacion/como-funcionan-placas-solares-fotovoltaicas>

Panel Power. (2025). *¿Cómo funcionan los paneles solares?*. <https://www.panelpower.com.mx/como-funcionan-los-paneles-solares>

Ecofener. (s.f.). *Tipos de paneles solares*. <https://ecofener.com/blog/tipos-de-paneles-solares/>

Hogarsense. (s.f.). *Tipos de conexiones de paneles solares*. <https://www.hogarsense.es/placas-solares/conexiones-paneles-solares>

HiPower. (2023, agosto 17). *Tipos de baterías: ¿Cómo elegir la mejor para su proyecto solar?*. <https://blog.hipowercr.com/tipos-de-baterias-solares>

Economía 3. (s.f.). *Van y TIR: Concepto, diferencias y cómo calcularlos*. <https://economia3.com/van-tir-concepto-diferencias-como-calcularlos/>

Proyectos253. (2024, agosto 21). *Tasa Interna de Retorno (TIR): Fórmula y cómo calcularla*. <https://proyectos253.com/2024/08/21/tasa-interna-de-retorno-tir-formula-y-como-calcularla/>

SFE Solar Logistic S.L. (2025). *SunFields Proveedor de Equipos de Energía Solar. Venta y Distribución*. <https://www.sfe-solar.com/>

ARESEP. (2023, mayo 9). *ARESEP aprobó metodología para generación distribuida*. <https://aresep.go.cr/noticias/aresep-aprobo-metodologia-generacion-distribuida/>

ARESEP. (2023, marzo 8). *ARESEP aprueba rebaja en la tarifa para recarga de vehículos eléctricos*. <https://aresep.go.cr/noticias/aresep-aprueba-rebaja-tarifa-recarga-vehiculos-electricos/>

ESPH. (2025). *Tarifas vigentes de energía eléctrica*. <https://www.esph-sa.com/energia-electrica/tarifas-vigentes>

ESPH. (s.f.). *Generación distribuida: ¿Qué es y cómo funciona?*. <https://esph-sa.com/energia-electrica/generacion-distribuida>

ESPH. (s.f.). *Recursos energéticos distribuidos – Capacidad de penetración*. <https://www.esph-sa.com/energia-electrica/recursos-energeticos-distribuidos-capacidad-de-penetracion>

Código Eléctrico Nacional. (2020). *NFPA 70: Código Eléctrico Nacional (NEC)*. NFPA.

Rojas González, A. (2019). *Diseño para la instalación de una electrolinera de carga rápida para vehículos eléctricos con alimentación solar*. [Tesis de Bachillerato en Ingeniería Electromecánica]. Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica. <http://repositorio.uia.ac.cr/items/13e6087a-da9a-4a13-8258-cdc90ac18ad3/full>

Monge Mora, N. (2024). *Estudio de cargabilidad eléctrica de un condominio vertical ubicado en Escazú para suplir energía a un centro de carga con cargadores inteligentes marca Wallbox*. [Tesis de Bachillerato en Ingeniería Electromecánica]. Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica. <http://repositorio.uia.ac.cr/items/3224c18f-1624-4c44-a0c5-e4cae62abaa0/full>

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2018, 25 de enero). *Ley N.º 9518: Incentivos y promoción para el transporte eléctrico*. La Gaceta N.º 21, Alcance N.º 26. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos177932.pdf>

Ministerio de Ambiente y Energía. (2019, 2 de abril). *Decreto Ejecutivo N.º 41642-MINAE: Reglamento para la construcción y el funcionamiento de la red de centros de recarga eléctrica para automóviles eléctricos por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica*. https://pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89191&nValor3=116987&strTipM=TC#ddown

Ministerio de Ambiente y Energía. (2023, 1 de febrero). *Decreto Ejecutivo N.º 43879-MINAE: Reglamento a la Ley N.º 10086 de promoción y regulación de recursos energéticos distribuidos a partir de fuentes renovables*. La Gaceta N.º 18. https://coopeguanacaste.com/wp-content/uploads/2023/11/Decreto43879-MINAE_compressed.pdf

Heinrich Bettoni, K., Pacheco Cubero, R., Solera Flores, M., Alfaro Hernández, M., & Jiménez Rodríguez, E. (2013). *Series de brillo solar en Costa Rica*. Instituto Meteorológico Nacional.

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Series+de+Brillo+Solar+en+Costa+Rica>

Cordero Germán, R. (2025, abril 11). *Mantenimiento de instalaciones de placas solares*.

<https://www.sfe-solar.com/instalaciones-fotovoltaicas/mantenimiento-placas-solares/>

Alonso, J. A. (2025, mayo 2). *¿Cuántas placas solares necesito? Por m², W y kWh*.

SunFields. <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/cuantos-necesarios/>

Deye. (2025, marzo 5). *¿Cómo dimensionar una batería para energía solar? Guía práctica para el cálculo de potencia*. Deye Energy Solutions. <https://deyeess.com/es/how-to-size-battery-for-solar/>

Muñoz, A. (2024, enero 9). *Microinversores vs. inversores solares: diferencias*. Blog EDP.

<https://www.edpenergia.es/es/blog/energia-fotovoltaica/diferencias-inversor-microinversor/>

Steven. (2025, agosto 12). *Cómo determinar el tamaño adecuado del inversor solar para su sistema*.

<https://www.aforeenergy.com/es/how-to-determine-the-right-solar-inverter-size-for-your-system/>

Ruiz León, F. (2024, junio 01). *Generación distribuida sigue en expansión, pero enfrenta desafíos*.

<https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/generacion-distribuida-sigue-en-expansion-pero/QXG5472PNRHRJJ4TXBYJHFBGI/story/>

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2019, noviembre 5). *Tarifas de electricidad para el sistema de distribución*. Intendencia de Energía.

<https://aresep.go.cr/datos-abiertos/tarifas-electricidad-sistema-distribucion/>

APÉNDICES

A. Ficha técnica Vehículo BYD S1 Pro.

BYD S1 PRO ESPECIFICACIONES & CONFIGURACIONES

Parámetros básicos	GS
Longitud x anchura x altura	4310 x 1830 x 1675
Distancia entre ejes (mm)	2620
Distancia entre ejes (frontal/trasero)(mm)	1570/1570
Peso vacío (kg)	1550
Peso bruto (kg)	1960
Capacidad maletero (L)	265
Capacidad maletero (L)	1210
los asientos traseros están completamente inclinados (L)	
Capacidad de la batería (kWh)	45.12
Potencia máxima del motor eléctrico (Hp)	175
Par máximo del motor eléctrico (N·m)	290
Aceleración de 0 a 100 km/h (s)	7.9
Tracción delantera	●
Batería Blade BYD	●
Autonomía EV (km) CLTC	401
Nueva energía	GS
Sistema de enfriamiento de la batería de energía (enfriamiento directo)	●
Sistema de calefacción de baterías de energía (calefacción directa)	●
Función de reserva para cargar	●
Puerto de carga AC (7 kW)	●
Puerto de carga DC (65 kW)	●
Función de carga portátil de 3 a 7 ⁰	●
Función de descarga VTOL ⁰	●
Exterior	
Un solo color	●
Apertura del maletero: Apertura manual	●
Ruedas de aluminio	●
Aros de 16 pulgadas	●
Interior	
Color interior: White grave	●
Material del volante: Imitación de cuero	●
Botón del interruptor de control de crucero	●
Tamaño del LCD panel de instrumentos: 8.8 pulgadas	●
Carga de teléfonos móviles inalámbricos	●
Parasol del conductor con espejo de tocador (con lámpara)	●
Parasol del pasajero delantero con espejo de tocador (con lámpara)	●
Portaequipajes	●
Control	
Suspensión delantera: MacPherson	●
Suspensión trasera: Viga de torsión	●
Llave eléctrica	●
Función de la tarjeta NFC ⁰	●
Llave NFC teléfono móvil	●
Entrada y arranque sin llave	●
Dirección asistida eléctrica tipo columna asistida (C-EPS)	●
Ajuste de la columna de dirección: manual ajustable en 4 direcciones	●
Columna de dirección plegable	●
Sistema de estacionamiento electrónico (EPB)	●
Sistema de estacionamiento automático (AVH)	●
Modo de conducción: deportivo, cómodo, económico	●
Seguridad	
Bolsas de aire para conductor y pasajero delantero	●
Bolsas de aire laterales delanteras	●
Cortina de aire lateral integrada delantera y trasera	●
Cinturón de seguridad delantero: cinturón de seguridad precargado con limitación de fuerza	●
Cinturón de seguridad trasero: cinturón de seguridad precargado con limitación de fuerza	●
Recordatorio del cinturón de seguridad delantero y trasero	●
Cámaras panorámicas 360° HD	●
Sistema de frenos antibloqueo (ABS)	●
Control electrónico de estabilidad (ESC)	●

Seguridad	GS
Sistema inteligente de potencia de frenado (IPBS)	●
Sistema de control de tracción (TCS)	●
Distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBD)	●
Parada de confort (CST)	●
Control de descenso de pendientes (HDC)	●
Sistema de orientación del freno (BOS)	●
Control de velocidad crucero (CC)	●
2 radares delanteros	●
4 radares traseros	●
Sistema de monitoreo directo de la presión de los neumáticos	●
Bloqueo automático por inducción de velocidad	●
Sistema antirrobo del sistema de transmisión de potencia	●
Sistema electrónico antirrobo de la carrocería	●
Asientos	GS
2 + 3 filas de asientos	●
Asiento imitación cuero	●
Asientos traseros abatibles 4:6	●
Bolsa de documentos en la parte trasera del asiento del conductor	●
Asiento del pasajero delantero con ajuste eléctrico en 4 posiciones	●
Bolsa del respaldo del asiento del pasajero	●
Reposabrazos centrales para asientos traseros	●
Reposabrazo ajustable de altura del asiento trasero	●
Anclajes para sillas infantiles ISO-FIX	●
Multimedia	
Sistema de Cabina Inteligente BYD	●
Radio FM & AM	●
Tamaño de pantalla central: 12.8 pulgadas	●
GPS sistema de navegación (Here Maps)	●
CarPlay & Android Auto	●
Sistema de interacción de voz de doble área de sonido	●
Actualización remota OTA	●
Servicio BYD cloud	●
Conexión de red 4G	●
6 altavoces	●
Karaoke función ⁰	●
Puerto USB frontal (Tipo A+ Tipo A)	●
Puerto USB trasero (Tipo A+ Tipo C)	●
Luz	
Luces delanteras LED	●
Ajuste manual de luces delanteras	●
Luz antiniebla trasera	●
Encendido automático de los faros delanteros	●
Encendido y apagado por adelantado de faros "Follow me home"	●
Luces traseras combinadas (LED)	●
Luz de freno alta (LED)	●
Lámpara del maletero	●
Lámpara del compartimento delantero&trasero (LED)	●
Lámpara del compartimento delantero&trasero (LED)	●
Luces ambientales multicolores	●
Vidrio/Espejo retrovisor	
Limpiaparabrisas sin hueso	●
Limpiaparabrisas trasero	●
Calefacción eléctrica de desempañamiento y descongelación	●
Elevación de ventana de las cuatro puertas de un botón con función antipelliczo	●
Descongelación de espejos exteriores con calefacción	●
Legado automático de los retrovisores exteriores	●
Espejo retrovisor interno antideslumbrante manual	●
Espejo retrovisor exterior con lámpara de pie	●
Aire acondicionado	
Aire acondicionado automático	●
Filtro de alta eficiencia PM2.5 (cn95 + sin pantalla pm2.5)	●
Calefacción por bomba de calor	●

Nota: "-" No disponible, "●" Disponible, "○" Opcional

B. Ficha técnica Vehículo BMW iX1.

BMW iX1 eDrive20 2025



Motor

- Motor eléctrico: 204 hp / 250 Nm.
- Velocidad máxima: 170 km/h.
- Aceleración: 0-100 km/h: 8.6 segundos.
- Transmisión/ Tracción: Automática/ Delantera.



Batería

- Consumo de energía: 15,4-17,3 kWh/100 km (WLTP)
- De alto voltaje: Iones de litio con capacidad de 66.5 kWh.
- Tiempo de carga: 10 horas (del 0 al 100%) a 7,4 kW utilizando el BMW i Wallbox.



Rango eléctrico y Emisiones⁽¹⁾

Rango eléctrico: Hasta 474 km (WLTP) Emisiones CO₂: 0.0 g/km



Equipamiento exterior

- Apertura y cierre eléctrico de la puerta del maletero desde el habitáculo o mediante el uso de la llave.
- Rieles para el toldo en color aluminio satinado.
- Rines con diseño aerodinámicos (estilo 866) bicolor de 18" con birlos de seguridad.
- Detalles Exteriores X-Line.
- Línea Exterior color aluminio satinado.
- Techo panorámico eléctrico.
- Cristales con protección solar.



Equipamiento interior

- Acabados en negro de brillo intenso.
- Panel de instrumentos en acabado de lujo.
- Aire acondicionado automático con regulador de 2 zonas.
- Alfombrillas de velour.
- Paquete de compartimentos: Redes detrás de los asientos, USB doble tipo C en la consola trasera, entre otros.
- Reposabrazos delantero con compartimento portaobjetos.
- Respaldo trasero abatible en proporción 40:20:40 con reposabrazos central y dos portabebidas.
- Asientos delanteros deportivos con ajuste eléctrico y memoria.
- Vestiduras en Veganza perforados.
- Volante deportiva de cuero multifuncional.



Comunicación y entretenimiento

- BMW IconicSounds Electric: Cambios acústicos de acuerdo a los diferentes modos de manejo.
- Interfaz Bluetooth y 2 puertos USB tipo C para carga de dispositivos móviles y transmisión de datos.
- BMW Live Cockpit Plus: Pantalla curva con cuadro de instrumentos digital de 10.25" y pantalla central táctil de 10.7", sistema de navegación⁽²⁾ y Sistema Operativo BMW 9.0 con Widgets variables y configurables.



Seguridad⁽²⁾

- Asistente de atención: A partir de 70 km/h emite una recomendación de pausa al detectar falta de atención o cansancio.
- Bolsas de aire frontales, laterales y de cabeza.
- Control Dinámico de Estabilidad (DSC), de Tracción (DTC) y frenos antibloqueo (ABS).
- Indicador de presión para cada neumática con imagen en el cuadro de instrumentos.
- Kit de primeros auxilios con triángulo de emergencia.
- Sistema de movilidad: Compresor y material de sellado para reparación temporal de perforaciones en el neumático.
- Performance Control: Distribuye la fuerza motriz y la fuerza de frenado entre las distintas ruedas al tomar una curva.



Iluminación y visibilidad

- Faros LED.
- Sensor de lluvia con encendido automático de las luces y del limpiaparabrisas.



Asistencia a la conducción

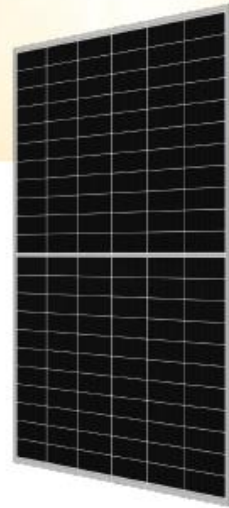
- Asistente de estacionamiento: Asume el movimiento del volante para estacionarse en paralelo al camino.
- Cámara de visión trasera con indicador de obstáculos y líneas de asistencia.
- Sensores de estacionamiento delanteros y traseros con indicador acústico y visual.



BMW ConnectedDrive⁽³⁾

- Llamada inteligente de emergencia: Permite solicitar asistencia inmediata mediante el Call Center de BMW.
- Preparación para Apple CarPlay⁽⁴⁾ y Android Auto⁽⁵⁾.
- Personal eSIM.
- Servicios Remotos: Apertura/cierre de puertas, buscador del vehículo (entre otros) mediante la App BMW Connected.
- TeleServices: Envío automático de las necesidades de servicio del vehículo al Distribuidor BMW para agendar una cita.

C. Ficha técnica Paneles Solares.







TOPHiKu6

N-type TOPCon Technology




610 W ~ 635 W

CS6.2-66TM-610 | 615 | 620 | 625 | 630 | 635

MORE POWER

-  Module power up to 635 W
Module efficiency up to 23.5 %
-  Excellent anti-LeTID & anti-PID performance.
Low power degradation, high energy yield
-  Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C,
increases energy yield in hot climate
-  Lower LCOE & system cost

MORE RELIABLE

-  Tested up to ice ball of 45 mm diameter
according to IEC 61215 standard
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

12
Years
Enhanced Product Warranty on Materials
and Workmanship*

30
Years
Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 1%
Subsequent annual power degradation no more than 0.4%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

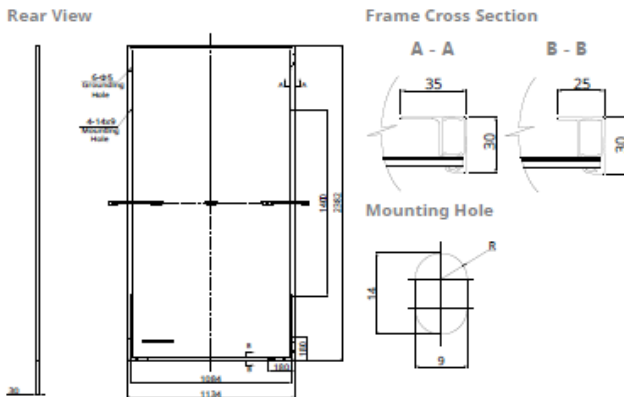
PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / MCS / UKCA / INMETRO / CGC
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way

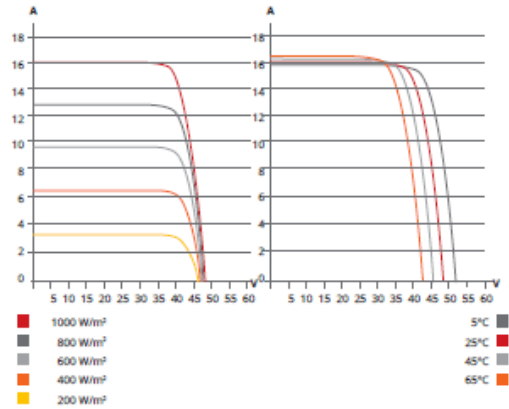


* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6.2-66TM-615 / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6.2-66TM	610	615	620	625	630	635
Nominal Max. Power (Pmax)	610 W	615 W	620 W	625 W	630 W	635 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.8 V	41.0 V	41.2 V	41.4 V	41.6 V	41.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	14.96 A	15.01 A	15.06 A	15.11 A	15.16 A	15.18 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.0 V	48.2 V	48.4 V	48.6 V	48.8 V	49.4 V
Short Circuit Current (Isc)	15.97 A	16.02 A	16.08 A	16.14 A	16.20 A	16.22 A
Module Efficiency	22.6%	22.8%	23.0%	23.1%	23.3%	23.5%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	30 A					
Protection Class	Class II					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of Irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6.2-66TM	610	615	620	625	630	635
Nominal Max. Power (Pmax)	461 W	465 W	469 W	473 W	477 W	480 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.6 V	38.8 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V	39.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	11.96 A	12.00 A	12.04 A	12.08 A	12.12 A	12.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.4 V	45.6 V	45.8 V	46.0 V	46.2 V	46.8 V
Short Circuit Current (Isc)	12.87 A	12.91 A	12.96 A	13.00 A	13.05 A	13.08 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), Irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2382 x 1134 x 30 mm (93.8 x 44.6 x 1.18 in)
Weight	28.1 kg (61.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	300 mm (11.8 in) (+) / 200 mm (7.9 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2A
Per Pallet	36 pieces
Per Container (40' HQ)	720 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.045 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

D. Ficha técnica Inversores.

- **Monofásico**

RHI-1P(5-10)K-HVES-5G

Inversores monofásicos Solis de almacenamiento de energía de alto voltaje

Características:

- 98.0% de eficiencia máxima
- MPPT dinámicos (2 MPPT con 4 entradas de CC)
- 3 modos de funcionamiento: autoconsumo; tiempo de uso; respaldo fuera de la red
- Compatible con baterías de iones de litio de alto voltaje LG y BYD
- Alta relación CC / CA de 1,4
- Cumple con la regla 21
- Opciones de transmisor MLRSD integrado
- Listo para NEC 2017-2020
- Carcasa sellada con caja de cableado CA / CC incorporada y ATS
- Pantalla LCD a color de gran tamaño para una fácil programación
- Sistema de gestión de energía inteligente las 24 horas

Modelos:

RHI-1P5K-HVES-5G / RHI-1P6K-HVES-5G
 RHI-1P7K-HVES-5G / RHI-1P7.6K-HVES-5G
 RHI-1P8K-HVES-5G / RHI-1P9K-HVES-5G
 RHI-1P10K-HVES-5G



Tabla de datos

RHI-1P(5-10)K-HVES-5G

Modelos	5K	6K	7K	7.6K	8K	9K	10K
Entrada CC (PV)							
Potencia de entrada máxima recomendada	7 kW	8.4 kW	9.8W	10.6 kW	11.2 kW	12.6 kW	14 kW
Voltaje máximo de entrada				500 V			
Voltaje nominal				330 V			
Voltaje de arranque				120 V			
Rango de voltaje MPPT				90-450 V			
Corriente máxima de entrada				26 A / 26 A			
Corriente máxima de cortocircuito				40 A / 40 A			
Número de MPPT/Número máximo de cadenas de entrada				2/4			
Batería							
Tipo de Batería				Lana de litio			
Rango de voltaje de la batería				120-500 V			
Capacidad de la batería				50-2000 Ah			
Potencia nominal de carga / descarga continua				6 kW			
Potencia máxima de carga / descarga				7 kW			
Corriente máxima de carga / descarga				20 A			
Comunicación				CAN			
Salida CA (backup)							
Potencia nominal de salida				6 kW			
Potencia máxima de salida aparente				7 kW, 1.2 s			
Tiempo de respuesta en respaldo				<10 ms			
Tiempo de conmutación de respaldo con ATR				<300 ms			
Voltaje de salida nominal (L-L)				240 V			
Voltaje de salida nominal (L-N) ⁽¹⁾				120 V			
Frecuencia nominal				60 Hz			
Corriente nominal de salida				25 A			
THDv (@carga lineal)				<3%			
Entrada CA (red)							
Rango de voltaje de entrada				190-280 V			
Corriente máxima de entrada				48 A			
Rango de frecuencia				59.5-60.5 Hz			
Salida CA (red)							
Potencia nominal de salida	5 kW	6 kW	7 kW	7.6 kW	8 kW	9 kW	10 kW
Potencia máxima de salida aparente	5 kW	6 kW	7 kW	7.6 kW	8 kW	9 kW	10 kW
Fases de operación				1Φ/PE			
Voltaje nominal de la red ⁽¹⁾				208 V / 240 V			
Frecuencia nominal de la red				60 Hz			
Corriente nominal de salida de red	24 A / 21 A	28.8 A / 25 A	33.7 A / 29.2 A	36.5 A / 31.7 A	38.5 A / 33.3 A	43.3 A / 37.5 A	48 A / 41.7 A
Corriente máxima de salida	24 A	28.8 A	33.7 A	36.5 A	38.5 A	43.3 A	48 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 en adelante a 0.8 en atraso)						
THDI				<3%			
Eficiencia							
Eficiencia máxima				98.0%			
Eficiencia EU				97.5%			
Protección							
Monitoreo de fallos a tierra				Sí			
AFCI Integrado (Protección de circuito de falla de arco CC)				Sí ⁽²⁾			
Protección contra polaridad inversa DC				Sí			
Apagado rápido NEC 2017				Incorporado MLRSD Sunspec o Tigo Transmitter			
Productos MLRSD compatibles				TS4-A-F/2F, APSmart RSD-S-PLC			
Clase de protección / Categoría de sobrevoltaje				I/II			
Datos generales							
Dimensiones (longitud*altura*ancho)				540*720*250 mm			
Peso				28.4 kg			
Topología				Sin Transformador			
Rango de temperatura de funcionamiento				-25 ~ +60°C			
Nivel de protección				TYPE 4X			
Enfriamiento				Convección natural			
Altitud máxima de funcionamiento				2000 m			
Conformidad	IEEE1547A, UL 1741 SA, ISO-NE, UL 1741 CRD, IEEE 1547, UL 1699B, UL 1998, UL 9540, CAN/CSA C22.2.107.1-1, FCC, Part 15 Class B						
Baterías compatibles	Soluna 10K Pack, Soluna 15K Pack, Pylontech SC0500-H48050						
Características							
Conexión de CC	2 orificios ciegos para conducto de 1" en el costado e inferior, terminal de tornillo fusible						
Conexión de CA	3 orificios ciegos para conducto de 1" en el costado y en la parte inferior, terminal de abrazadera de tornillo						
Pantalla	7.0" pantalla a color LCD						
Comunicación	RS485, Opcional:Wi-Fi, GPRS						

- **Trifásico**

SH15/20/25T

Hybrid Three Phase Inverter



FULL BACKUP

- Built-in 63 A bypass for whole home backup
- 10 ms seamless switch
- Peak output up to 36500 VA (10 s) in backup mode (SH25T)



FLEXIBLE APPLICATION

- Support 100 % unbalance output in backup and on grid mode
- Max. 16 A DC input current per string
- 50 A fast charge / discharge current



FRIENDLY INSTALLATION

- Plug & Play installation
- Quiet operation for indoor or outdoor installation



SAFE AND DURABLE

- Support precise AFCI
- IP65/C5



Type designation	SH15T	SH20T	SH25T
Input (DC)			
Recommended max. PV input power	30000 Wp	40000 Wp	50000 Wp
Max. PV input voltage *		1000 V	
Min. PV input voltage / Startup input voltage		150 V / 180 V	
Rated PV input voltage		600 V	
MPPT operating voltage range **		150 V - 950 V	
No. of independent MPP trackers		3	
No. of PV strings per MPPT		2 / 2 / 1	
Max. PV input current		80 A (32 A / 32 A / 16 A)	
Max. DC short-circuit current		100 A (40 A / 40 A / 20 A)	
Max. current for input connector		30 A	
Battery data			
Battery type		Li-ion battery	
Battery voltage range		100 V - 700 V	
Max. charge / discharge current ***		50 A / 50 A	
Max. charge / discharge power	30000 W / 15000 W	30000 W / 20000 W	30000 W / 25000 W
Input and Output (AC)			
Max. AC power from grid ****		43000 VA	
Rated AC output power	15000 W	20000 W	25000 W
Max. AC output apparent power	15000 VA	20000 VA	25000 VA
Max. AC output current	22.8 A	30.4 A	37.9 A
Rated AC voltage		3 / N / PE, 220 V / 380 V ; 230 V / 400 V; 240 V / 415 V	
AC voltage range		270 V - 480 V	
Rated grid frequency		50 Hz / 60 Hz	
Grid frequency range		45 Hz - 55 Hz / 55 Hz - 65 Hz	
Harmonic (THD)		< 3 % (of rated power)	
Power factor at rated power / Adjustable power factor		> 0.99 / 0.8 leading to 0.8 lagging	
Feed-in phases / connection phases		3 / 3-N-PE	
Backup data(on grid mode)			
Max. output power for backup load ****		43000 W	
Max. output current for backup load		3 * 63 A	
Backup data(off-grid mode)			
Rated voltage		3 / N / PE, 220 / 380 V; 230 / 400 V; 240 / 415 V (± 2 %)	
Rated frequency		50 Hz / 60 Hz (± 0.2 %)	
THDV (@Linear load)		2 %	
Backup switch time		< 10 ms	
Rated output power	15000 W / 15000 VA	20000 W / 20000 VA	25000 W / 25000 VA
Peak output power *****	25500 W / 25500 VA, 10 s	32000 W / 32000 VA, 10 s	36500 W / 36500 VA, 10 s
Efficiency			
Max. efficiency / European efficiency	98.1 % / 97.6 %		98.2 % / 97.8 %
Protection & Function			
Grid monitoring		Yes	
DC reverse polarity protection		Yes	
AC short-circuit protection		Yes	
Leakage current protection		Yes	
DC switch (solar)		Yes	
Surge protection		DC Type II / AC Type II	
PID zero		Yes	
Battery input reverse polarity protection		Yes	
General data			
Topology (solar / battery)		Transformerless / Transformerless	
Degree of protection		IP65	
Dimensions (W * H * D)		620 mm * 480 mm * 245 mm	
Weight	38 kg		40 kg
Mounting method		Wall-mounting bracket	
Operating ambient temperature range		-25 °C - 60 °C	
Allowable relative humidity range(Non-condensing)		0 % - 100 %	
Cooling method		Natural convection	Fan cooling
Max. operating altitude		2000 m	
Noise(Typical)	35 dB [A]		50 dB [A]
Display		LED	
Communication		RS485, WLAN, Ethernet, CAN	
DI / DO		DI * 4 / DO * 2 / DRM0	
DC connection type	MC4 compatible connector (PV,Max.6 mm ²) / Plug and play connector (battery, Max.10 mm ²)		
AC connection type	Plug and play connector (Max.16 mm ²)		
Compliance	IEC / EN 62109, IEC 61000-6, EN 62477-1, IEC 61727, IEC 62116, IEC 62920, EN 55011, CISPR 11, VDE-AR-N-4105, EN 50549-1, NRS 097, AS/NZS 4777.2:2020, TOR Type A, R25, CEI 0-21		

* Input voltage exceeding the MPPT operating voltage range triggers inverter protection

** Please refer to the user manual for the full load MPPT voltage range

*** Depending on the connected battery





**** Please refer to the user manual and modify the settings based on actual load power







***** Can be reached only if PV and battery power is sufficient



E. Ficha Técnica Banco de baterías. Ficha Técnica Banco de baterías.

TECHNICAL PARAMETERS PREMIUM HVS / HVM

				
	HVS 5.1	HVS 7.7	HVS 10.2	HVS 12.8
Battery Module	HVS (2.56 kWh, 102.4 V, 38 kg)			
Number of Modules	2	3	4	5
Usable Energy [1]	5.12 kWh	7.68 kWh	10.24 kWh	12.8 kWh
Max Output Current [2]	25 A	25 A	25 A	25 A
Peak Output Current [2]	50 A, 5 s	50 A, 5 s	50 A, 5 s	50 A, 5 s
Nominal Voltage	204 V	307 V	409 V	512 V
Operating Voltage	160–230 V	240–345 V	320–460 V	400–576 V
Dimensions (H/W/D)	712x585x298 mm	945x585x298 mm	1178x585x298 mm	1411x585x298 mm
Weight	91 kg	129 kg	167 kg	205 kg

						
	HVM 8.3	HVM 11.0	HVM 13.8	HVM 16.6	HVM 19.3	HVM 22.1
Battery Module	HVM (2.76 kWh, 51.2 V, 38 kg)					
Number of Modules	3	4	5	6	7	8
Usable Energy [1]	8.28 kWh	11.04 kWh	13.80 kWh	16.56 kWh	19.32 kWh	22.08 kWh
Max Output Current [2]	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A
Peak Output Current [2]	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s
Nominal Voltage	153 V	204 V	256 V	307 V	358 V	409 V
Operating Voltage	120–173 V	160–230 V	200–288 V	240–345 V	280–403 V	320–460 V
Dimensions (H/W/D)	945 x 585 x 298 mm	1178 x 585 x 298 mm	1411 x 585 x 298 mm	1644 x 585 x 298 mm	1877 x 585 x 298 mm	2110 x 585 x 298 mm
Weight	129 kg	167 kg	205 kg	243 kg	281 kg	319 kg
Short Circuit Current	2300A	2300A	2300A	2300A	2300A	2300A
Rated Power	7.65 kW	10.2 kW	12.8 kW	15.35 kW	17.9kW	20.45 kW

HVS & HVM

Operating Temperature	-10 °C to +50°C
Battery Cell Technology	Lithium Iron Phosphate (cobalt-free)
Communication	CAN/RS485
Enclosure Protection Rating	IP55
Round-trip Efficiency	≥96%
Certification	VDE2510-50 / IEC62619 / CEC / CE / UN38.3
Applications	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid
Warranty [3]	10 Years
Compatible Inverters	Refer to BYD Battery-Box Premium HVS / HVM Compatible Inverter List

F. Ficha técnica cargadores 7 kW.

Características del Producto



⚡ Características eléctricas

- Potencia Nominal: 7 kW
- Voltaje de Entrada: 208V - 240V AC
- Corriente Operativa: 32A
- Frecuencia: 50 - 60Hz
- Protocolo de Carga: Carga AC
- Tipo de Interfaz de Carga: SAE J1772

🔌 Cable de entrada y enchufe

- 2 pies/0,6 m con enchufe Nema 14-50

🔌 Cable de salida y conector

- Longitud del Cable: 16.4 pies (5 metros)
- Tipo de Conector: Tipo 1 (SAE J1772)

🛡️ Seguridad y Condiciones Ambientales

- Temperatura de operación y almacenamiento: de -40°C a +80°C.
- Humedad: Hasta el 95% sin condensación
- Resistencia al Polvo y Agua: IP65
- Protecciones Integradas: Sobrecorriente, Sobretensión, Bajotensión,
- Cortocircuito, Sobrecalentamiento.
- Certificaciones: CE, LVD, RED, ROHS, REACH, FCC.

📦 Dimensiones del Embalaje y Montaje

- Dimensiones: 330 mm x 765 mm x 194 mm
- Montaje: Montaje en pared
- Pantalla: Pantalla LCD

✅ Garantía

- Garantía Limitada del Producto: 2 años

★ Características del Producto

- Interfaz Amigable para el Usuario.
- Autenticación por Tarjeta RFID.
- Monitoreo y Control Remotos vía Aplicación Móvil: utiliza la aplicación móvil SmartLife para un manejo más sencillo del vehículo eléctrico (EV).
- Elige tu velocidad de carga, programa la carga, recibe recordatorios sobre el estado de la carga y más. Funcionalidad de medición de energía para rastrear el uso y los costos.



Lugar de origen:
Guangdong, China

Soporte al cliente:
soporte@evtech.info

G. Estudio climático de radiación solar en el Valle Central del IMN.

RESUMEN

REGION VALLE CENTRAL														ESTACIÓN
NUMERO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
73018	6,4	6,6	6,8	6,1	4,7	4,2	3,9	4,3	4,5	4,2	4,0	5,2	5,1	Linda Vista El Guarco (1988-93;2005-2012)
73048	6,4	6,6	6,9	6,2	4,9	4,7	4,3	4,8	5,0	4,5	4,1	5,2	5,3	Dulce Nombre (1994-95;1997-2012)
73076	5,0	5,8	6,0	5,1	4,0	3,4	3,4	3,8	3,8	3,4	3,9	4,4	4,3	INCSA Agua Caliente (1966-1974)
84021	9,1	9,4	9,1	8,0	5,9	4,8	4,9	5,0	4,9	5,2	5,7	7,7	6,6	Aeropuerto J. S. (1971-82; 1985-98)
84023	9,0	9,5	9,0	7,9	6,0	4,9	4,9	5,1	4,9	5,1	5,7	7,6	6,6	Fabio Baudrit (1962-2002)
84030	8,1	8,5	8,2	6,5	4,2	3,1	3,3	3,5	3,2	3,2	4,1	6,1	5,2	Fraijanes (1976-2012)
84074	8,1	8,2	8,2	7,0	5,0	3,9	4,1	4,2	4,0	4,3	4,8	6,4	5,7	Aeropuerto Pavas (1976-2002)
84111	8,8	8,9	8,9	7,8	5,1	4,1	4,4	4,4	4,2	4,4	5,0	7,4	6,1	Santa Lucía (1983-2000)
84115	6,7	7,5	7,9	7,0	4,7	3,9	3,7	3,8	4,0	4,2	4,6	5,3	5,3	Sabanilla (1982-1994)
84125	6,7	7,4	7,2	5,4	3,2	3,0	3,2	3,3	3,3	2,9	3,4	5,4	4,5	Finca 3 Llano Grande (1987-2012)
84149	7,5	8,6	7,9	6,2	3,8	3,2	3,8	3,7	3,4	3,1	3,9	5,5	5,1	Berlín (1997-2008)
PROM	7,4	7,9	7,9	6,7	4,7	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,5	6,1	5,4	

H. Tablas amortización préstamos.

# Cuota	Cuota préstamo	Interés	Amortización	Saldo	
0				₡ 42 815 319.19	
1	-₡946 750.57	-₡597 987.29	-₡348 763.27	₡ 42 466 555.92	Año 1
2	-₡946 750.57	-₡593 116.23	-₡353 634.33	₡ 42 112 921.58	
3	-₡946 750.57	-₡588 177.14	-₡358 573.43	₡ 41 754 348.15	
4	-₡946 750.57	-₡583 169.06	-₡363 581.50	₡ 41 390 766.65	
5	-₡946 750.57	-₡578 091.04	-₡368 659.52	₡ 41 022 107.13	
6	-₡946 750.57	-₡572 942.10	-₡373 808.47	₡ 40 648 298.66	
7	-₡946 750.57	-₡567 721.24	-₡379 029.33	₡ 40 269 269.33	
8	-₡946 750.57	-₡562 427.46	-₡384 323.10	₡ 39 884 946.22	
9	-₡946 750.57	-₡557 059.75	-₡389 690.82	₡ 39 495 255.41	
10	-₡946 750.57	-₡551 617.07	-₡395 133.50	₡ 39 100 121.91	
11	-₡946 750.57	-₡546 098.37	-₡400 652.20	₡ 38 699 469.71	
12	-₡946 750.57	-₡540 502.59	-₡406 247.97	₡ 38 293 221.74	
13	-₡946 750.57	-₡534 828.66	-₡411 921.90	₡ 37 881 299.84	Año 2
14	-₡946 750.57	-₡529 075.49	-₡417 675.08	₡ 37 463 624.76	
15	-₡946 750.57	-₡523 241.96	-₡423 508.61	₡ 37 040 116.15	
16	-₡946 750.57	-₡517 326.96	-₡429 423.61	₡ 36 610 692.54	
17	-₡946 750.57	-₡511 329.34	-₡435 421.23	₡ 36 175 271.32	
18	-₡946 750.57	-₡505 247.96	-₡441 502.61	₡ 35 733 768.71	
19	-₡946 750.57	-₡499 081.64	-₡447 668.93	₡ 35 286 099.78	
20	-₡946 750.57	-₡492 829.19	-₡453 921.37	₡ 34 832 178.41	
21	-₡946 750.57	-₡486 489.43	-₡460 261.14	₡ 34 371 917.27	
22	-₡946 750.57	-₡480 061.11	-₡466 689.45	₡ 33 905 227.81	
23	-₡946 750.57	-₡473 543.02	-₡473 207.55	₡ 33 432 020.26	
24	-₡946 750.57	-₡466 933.88	-₡479 816.68	₡ 32 952 203.58	
25	-₡946 750.57	-₡460 232.44	-₡486 518.12	₡ 32 465 685.46	Año 3
26	-₡946 750.57	-₡453 437.41	-₡493 313.16	₡ 31 972 372.30	
27	-₡946 750.57	-₡446 547.47	-₡500 203.10	₡ 31 472 169.20	
28	-₡946 750.57	-₡439 561.30	-₡507 189.27	₡ 30 964 979.93	
29	-₡946 750.57	-₡432 477.55	-₡514 273.01	₡ 30 450 706.92	
30	-₡946 750.57	-₡425 294.87	-₡521 455.69	₡ 29 929 251.22	
31	-₡946 750.57	-₡418 011.88	-₡528 738.69	₡ 29 400 512.53	
32	-₡946 750.57	-₡410 627.16	-₡536 123.41	₡ 28 864 389.13	
33	-₡946 750.57	-₡403 139.30	-₡543 611.26	₡ 28 320 777.86	
34	-₡946 750.57	-₡395 546.86	-₡551 203.70	₡ 27 769 574.16	
35	-₡946 750.57	-₡387 848.39	-₡558 902.18	₡ 27 210 671.98	
36	-₡946 750.57	-₡380 042.39	-₡566 708.18	₡ 26 643 963.80	
37	-₡946 750.57	-₡372 127.36	-₡574 623.20	₡ 26 069 340.60	Año 4
38	-₡946 750.57	-₡364 101.79	-₡582 648.78	₡ 25 486 691.82	

39	-₡946 750.57	-₡355 964.13	-₡590 786.44	₡ 24 895 905.38	
40	-₡946 750.57	-₡347 712.81	-₡599 037.75	₡ 24 296 867.63	
41	-₡946 750.57	-₡339 346.25	-₡607 404.31	₡ 23 689 463.32	
42	-₡946 750.57	-₡330 862.84	-₡615 887.73	₡ 23 073 575.59	
43	-₡946 750.57	-₡322 260.94	-₡624 489.63	₡ 22 449 085.96	
44	-₡946 750.57	-₡313 538.90	-₡633 211.67	₡ 21 815 874.30	
45	-₡946 750.57	-₡304 695.04	-₡642 055.52	₡ 21 173 818.78	
46	-₡946 750.57	-₡295 727.67	-₡651 022.90	₡ 20 522 795.88	
47	-₡946 750.57	-₡286 635.05	-₡660 115.52	₡ 19 862 680.36	
48	-₡946 750.57	-₡277 415.44	-₡669 335.13	₡ 19 193 345.23	
49	-₡946 750.57	-₡268 067.06	-₡678 683.51	₡ 18 514 661.72	Año 5
50	-₡946 750.57	-₡258 588.11	-₡688 162.46	₡ 17 826 499.27	
51	-₡946 750.57	-₡248 976.77	-₡697 773.79	₡ 17 128 725.47	
52	-₡946 750.57	-₡239 231.20	-₡707 519.37	₡ 16 421 206.11	
53	-₡946 750.57	-₡229 349.51	-₡717 401.05	₡ 15 703 805.05	
54	-₡946 750.57	-₡219 329.81	-₡727 420.76	₡ 14 976 384.30	
55	-₡946 750.57	-₡209 170.17	-₡737 580.40	₡ 14 238 803.90	
56	-₡946 750.57	-₡198 868.63	-₡747 881.94	₡ 13 490 921.96	
57	-₡946 750.57	-₡188 423.21	-₡758 327.36	₡ 12 732 594.61	
58	-₡946 750.57	-₡177 831.90	-₡768 918.66	₡ 11 963 675.94	
59	-₡946 750.57	-₡167 092.67	-₡779 657.89	₡ 11 184 018.05	
60	-₡946 750.57	-₡156 203.45	-₡790 547.11	₡ 10 393 470.94	
61	-₡946 750.57	-₡145 162.14	-₡801 588.42	₡ 9 591 882.52	
62	-₡946 750.57	-₡133 966.63	-₡812 783.94	₡ 8 779 098.58	Año 6
63	-₡946 750.57	-₡122 614.74	-₡824 135.82	₡ 7 954 962.76	
64	-₡946 750.57	-₡111 104.31	-₡835 646.25	₡ 7 119 316.50	
65	-₡946 750.57	-₡99 433.12	-₡847 317.45	₡ 6 271 999.06	
66	-₡946 750.57	-₡87 598.92	-₡859 151.65	₡ 5 412 847.41	
67	-₡946 750.57	-₡75 599.44	-₡871 151.13	₡ 4 541 696.28	
68	-₡946 750.57	-₡63 432.36	-₡883 318.21	₡ 3 658 378.08	
69	-₡946 750.57	-₡51 095.35	-₡895 655.22	₡ 2 762 722.86	
70	-₡946 750.57	-₡38 586.03	-₡908 164.54	₡ 1 854 558.32	
71	-₡946 750.57	-₡25 902.00	-₡920 848.57	₡ 933 709.75	
72	-₡946 750.57	-₡13 040.81	-₡933 709.75	₡ 0.00	

- **Modelo de paneles solares y respaldo con banco de baterías:**

# Cuota	Cuota préstamo	Interés	Amortización	Saldo	
0				₡ 108 838 942.24	
1	-₡1 875 075.58	-₡1 520 117.23	-₡354 958.35	₡ 108 483 983.89	Año 1
2	-₡1 875 075.58	-₡1 515 159.64	-₡359 915.94	₡ 108 124 067.95	
3	-₡1 875 075.58	-₡1 510 132.82	-₡364 942.76	₡ 107 759 125.19	
4	-₡1 875 075.58	-₡1 505 035.78	-₡370 039.80	₡ 107 389 085.39	
5	-₡1 875 075.58	-₡1 499 867.56	-₡375 208.02	₡ 107 013 877.37	
6	-₡1 875 075.58	-₡1 494 627.15	-₡380 448.42	₡ 106 633 428.95	
7	-₡1 875 075.58	-₡1 489 313.56	-₡385 762.02	₡ 106 247 666.93	
8	-₡1 875 075.58	-₡1 483 925.75	-₡391 149.83	₡ 105 856 517.10	
9	-₡1 875 075.58	-₡1 478 462.69	-₡396 612.89	₡ 105 459 904.21	
10	-₡1 875 075.58	-₡1 472 923.33	-₡402 152.25	₡ 105 057 751.96	
11	-₡1 875 075.58	-₡1 467 306.60	-₡407 768.98	₡ 104 649 982.98	
12	-₡1 875 075.58	-₡1 461 611.43	-₡413 464.15	₡ 104 236 518.83	
13	-₡1 875 075.58	-₡1 455 836.71	-₡419 238.87	₡ 103 817 279.97	Año 2
14	-₡1 875 075.58	-₡1 449 981.34	-₡425 094.23	₡ 103 392 185.73	
15	-₡1 875 075.58	-₡1 444 044.19	-₡431 031.38	₡ 102 961 154.35	
16	-₡1 875 075.58	-₡1 438 024.12	-₡437 051.46	₡ 102 524 102.89	
17	-₡1 875 075.58	-₡1 431 919.97	-₡443 155.61	₡ 102 080 947.28	
18	-₡1 875 075.58	-₡1 425 730.56	-₡449 345.01	₡ 101 631 602.27	
19	-₡1 875 075.58	-₡1 419 454.71	-₡455 620.87	₡ 101 175 981.40	
20	-₡1 875 075.58	-₡1 413 091.21	-₡461 984.37	₡ 100 713 997.03	
21	-₡1 875 075.58	-₡1 406 638.83	-₡468 436.75	₡ 100 245 560.28	
22	-₡1 875 075.58	-₡1 400 096.33	-₡474 979.25	₡ 99 770 581.02	
23	-₡1 875 075.58	-₡1 393 462.45	-₡481 613.13	₡ 99 288 967.89	
24	-₡1 875 075.58	-₡1 386 735.92	-₡488 339.66	₡ 98 800 628.23	
25	-₡1 875 075.58	-₡1 379 915.44	-₡495 160.14	₡ 98 305 468.10	Año 3
26	-₡1 875 075.58	-₡1 372 999.70	-₡502 075.87	₡ 97 803 392.22	
27	-₡1 875 075.58	-₡1 365 987.38	-₡509 088.20	₡ 97 294 304.02	
28	-₡1 875 075.58	-₡1 358 877.11	-₡516 198.47	₡ 96 778 105.56	
29	-₡1 875 075.58	-₡1 351 667.54	-₡523 408.04	₡ 96 254 697.52	
30	-₡1 875 075.58	-₡1 344 357.28	-₡530 718.30	₡ 95 723 979.21	
31	-₡1 875 075.58	-₡1 336 944.91	-₡538 130.67	₡ 95 185 848.55	
32	-₡1 875 075.58	-₡1 329 429.02	-₡545 646.56	₡ 94 640 201.99	
33	-₡1 875 075.58	-₡1 321 808.15	-₡553 267.42	₡ 94 086 934.56	
34	-₡1 875 075.58	-₡1 314 080.85	-₡560 994.73	₡ 93 525 939.84	
35	-₡1 875 075.58	-₡1 306 245.63	-₡568 829.95	₡ 92 957 109.88	
36	-₡1 875 075.58	-₡1 298 300.97	-₡576 774.61	₡ 92 380 335.27	
37	-₡1 875 075.58	-₡1 290 245.35	-₡584 830.23	₡ 91 795 505.04	Año 4
38	-₡1 875 075.58	-₡1 282 077.22	-₡592 998.36	₡ 91 202 506.69	
39	-₡1 875 075.58	-₡1 273 795.01	-₡601 280.57	₡ 90 601 226.12	

40	-C\$1 875 075.58	-C\$1 265 397.12	-C\$609 678.45	C\$ 89 991 547.66	
41	-C\$1 875 075.58	-C\$1 256 881.95	-C\$618 193.63	C\$ 89 373 354.03	
42	-C\$1 875 075.58	-C\$1 248 247.84	-C\$626 827.73	C\$ 88 746 526.30	
43	-C\$1 875 075.58	-C\$1 239 493.15	-C\$635 582.43	C\$ 88 110 943.87	
44	-C\$1 875 075.58	-C\$1 230 616.18	-C\$644 459.40	C\$ 87 466 484.48	
45	-C\$1 875 075.58	-C\$1 221 615.23	-C\$653 460.35	C\$ 86 813 024.13	
46	-C\$1 875 075.58	-C\$1 212 488.57	-C\$662 587.01	C\$ 86 150 437.12	
47	-C\$1 875 075.58	-C\$1 203 234.44	-C\$671 841.14	C\$ 85 478 595.98	
48	-C\$1 875 075.58	-C\$1 193 851.06	-C\$681 224.52	C\$ 84 797 371.46	
49	-C\$1 875 075.58	-C\$1 184 336.62	-C\$690 738.96	C\$ 84 106 632.51	Año 5
50	-C\$1 875 075.58	-C\$1 174 689.30	-C\$700 386.28	C\$ 83 406 246.23	
51	-C\$1 875 075.58	-C\$1 164 907.24	-C\$710 168.34	C\$ 82 696 077.89	
52	-C\$1 875 075.58	-C\$1 154 988.55	-C\$720 087.02	C\$ 81 975 990.86	
53	-C\$1 875 075.58	-C\$1 144 931.34	-C\$730 144.24	C\$ 81 245 846.63	
54	-C\$1 875 075.58	-C\$1 134 733.66	-C\$740 341.92	C\$ 80 505 504.70	
55	-C\$1 875 075.58	-C\$1 124 393.55	-C\$750 682.03	C\$ 79 754 822.68	
56	-C\$1 875 075.58	-C\$1 113 909.02	-C\$761 166.56	C\$ 78 993 656.12	
57	-C\$1 875 075.58	-C\$1 103 278.06	-C\$771 797.51	C\$ 78 221 858.61	
58	-C\$1 875 075.58	-C\$1 092 498.63	-C\$782 576.95	C\$ 77 439 281.65	
59	-C\$1 875 075.58	-C\$1 081 568.63	-C\$793 506.94	C\$ 76 645 774.71	
60	-C\$1 875 075.58	-C\$1 070 485.99	-C\$804 589.59	C\$ 75 841 185.12	
61	-C\$1 875 075.58	-C\$1 059 248.55	-C\$815 827.03	C\$ 75 025 358.09	Año 6
62	-C\$1 875 075.58	-C\$1 047 854.17	-C\$827 221.41	C\$ 74 198 136.68	
63	-C\$1 875 075.58	-C\$1 036 300.64	-C\$838 774.94	C\$ 73 359 361.74	
64	-C\$1 875 075.58	-C\$1 024 585.75	-C\$850 489.83	C\$ 72 508 871.92	
65	-C\$1 875 075.58	-C\$1 012 707.24	-C\$862 368.33	C\$ 71 646 503.58	
66	-C\$1 875 075.58	-C\$1 000 662.83	-C\$874 412.75	C\$ 70 772 090.84	
67	-C\$1 875 075.58	-C\$988 450.20	-C\$886 625.38	C\$ 69 885 465.46	
68	-C\$1 875 075.58	-C\$976 067.00	-C\$899 008.58	C\$ 68 986 456.88	
69	-C\$1 875 075.58	-C\$963 510.85	-C\$911 564.73	C\$ 68 074 892.15	
70	-C\$1 875 075.58	-C\$950 779.33	-C\$924 296.25	C\$ 67 150 595.90	
71	-C\$1 875 075.58	-C\$937 869.99	-C\$937 205.59	C\$ 66 213 390.31	
72	-C\$1 875 075.58	-C\$924 780.35	-C\$950 295.23	C\$ 65 263 095.09	
73	-C\$1 875 075.58	-C\$911 507.89	-C\$963 567.68	C\$ 64 299 527.40	Año 7
74	-C\$1 875 075.58	-C\$898 050.07	-C\$977 025.51	C\$ 63 322 501.89	
75	-C\$1 875 075.58	-C\$884 404.28	-C\$990 671.30	C\$ 62 331 830.59	
76	-C\$1 875 075.58	-C\$870 567.90	-C\$1 004 507.68	C\$ 61 327 322.91	
77	-C\$1 875 075.58	-C\$856 538.28	-C\$1 018 537.30	C\$ 60 308 785.61	
78	-C\$1 875 075.58	-C\$842 312.71	-C\$1 032 762.87	C\$ 59 276 022.73	
79	-C\$1 875 075.58	-C\$827 888.45	-C\$1 047 187.13	C\$ 58 228 835.61	
80	-C\$1 875 075.58	-C\$813 262.74	-C\$1 061 812.84	C\$ 57 167 022.77	
81	-C\$1 875 075.58	-C\$798 432.75	-C\$1 076 642.83	C\$ 56 090 379.94	
82	-C\$1 875 075.58	-C\$783 395.64	-C\$1 091 679.94	C\$ 54 998 700.00	

83	-C\$1 875 075.58	-C\$768 148.51	-C\$1 106 927.07	C\$ 53 891 772.93	
84	-C\$1 875 075.58	-C\$752 688.43	-C\$1 122 387.15	C\$ 52 769 385.78	
85	-C\$1 875 075.58	-C\$737 012.42	-C\$1 138 063.16	C\$ 51 631 322.62	Año 8
86	-C\$1 875 075.58	-C\$721 117.47	-C\$1 153 958.11	C\$ 50 477 364.52	
87	-C\$1 875 075.58	-C\$705 000.52	-C\$1 170 075.05	C\$ 49 307 289.46	
88	-C\$1 875 075.58	-C\$688 658.48	-C\$1 186 417.10	C\$ 48 120 872.36	
89	-C\$1 875 075.58	-C\$672 088.18	-C\$1 202 987.39	C\$ 46 917 884.97	
90	-C\$1 875 075.58	-C\$655 286.46	-C\$1 219 789.12	C\$ 45 698 095.85	
91	-C\$1 875 075.58	-C\$638 250.07	-C\$1 236 825.51	C\$ 44 461 270.34	
92	-C\$1 875 075.58	-C\$620 975.74	-C\$1 254 099.84	C\$ 43 207 170.51	
93	-C\$1 875 075.58	-C\$603 460.15	-C\$1 271 615.43	C\$ 41 935 555.08	
94	-C\$1 875 075.58	-C\$585 699.92	-C\$1 289 375.66	C\$ 40 646 179.42	
95	-C\$1 875 075.58	-C\$567 691.64	-C\$1 307 383.94	C\$ 39 338 795.48	
96	-C\$1 875 075.58	-C\$549 431.84	-C\$1 325 643.73	C\$ 38 013 151.74	
97	-C\$1 875 075.58	-C\$530 917.02	-C\$1 344 158.56	C\$ 36 668 993.18	Año 9
98	-C\$1 875 075.58	-C\$512 143.60	-C\$1 362 931.97	C\$ 35 306 061.21	
99	-C\$1 875 075.58	-C\$493 107.99	-C\$1 381 967.59	C\$ 33 924 093.62	
100	-C\$1 875 075.58	-C\$473 806.51	-C\$1 401 269.07	C\$ 32 522 824.55	
101	-C\$1 875 075.58	-C\$454 235.45	-C\$1 420 840.13	C\$ 31 101 984.42	
102	-C\$1 875 075.58	-C\$434 391.05	-C\$1 440 684.53	C\$ 29 661 299.89	
103	-C\$1 875 075.58	-C\$414 269.49	-C\$1 460 806.09	C\$ 28 200 493.80	
104	-C\$1 875 075.58	-C\$393 866.90	-C\$1 481 208.68	C\$ 26 719 285.12	
105	-C\$1 875 075.58	-C\$373 179.35	-C\$1 501 896.23	C\$ 25 217 388.89	
106	-C\$1 875 075.58	-C\$352 202.86	-C\$1 522 872.71	C\$ 23 694 516.18	
107	-C\$1 875 075.58	-C\$330 933.41	-C\$1 544 142.17	C\$ 22 150 374.01	
108	-C\$1 875 075.58	-C\$309 366.89	-C\$1 565 708.69	C\$ 20 584 665.32	
109	-C\$1 875 075.58	-C\$287 499.16	-C\$1 587 576.42	C\$ 18 997 088.90	Año 10
110	-C\$1 875 075.58	-C\$265 326.01	-C\$1 609 749.57	C\$ 17 387 339.33	
111	-C\$1 875 075.58	-C\$242 843.17	-C\$1 632 232.41	C\$ 15 755 106.92	
112	-C\$1 875 075.58	-C\$220 046.33	-C\$1 655 029.25	C\$ 14 100 077.67	
113	-C\$1 875 075.58	-C\$196 931.08	-C\$1 678 144.49	C\$ 12 421 933.18	
114	-C\$1 875 075.58	-C\$173 493.00	-C\$1 701 582.58	C\$ 10 720 350.60	
115	-C\$1 875 075.58	-C\$149 727.56	-C\$1 725 348.02	C\$ 8 995 002.58	
116	-C\$1 875 075.58	-C\$125 630.20	-C\$1 749 445.38	C\$ 7 245 557.21	
117	-C\$1 875 075.58	-C\$101 196.28	-C\$1 773 879.30	C\$ 5 471 677.91	
118	-C\$1 875 075.58	-C\$76 421.10	-C\$1 798 654.48	C\$ 3 673 023.44	
119	-C\$1 875 075.58	-C\$51 299.89	-C\$1 823 775.68	C\$ 1 849 247.75	
120	-C\$1 875 075.58	-C\$25 827.83	-C\$1 849 247.75	C\$ 0.00	

- **Modelo autónomo con paneles solares y respaldo con red eléctrica pública:**

# Cuota	Cuota préstamo	Interés	Amortización	Saldo	
0				₡ 46 676 624.90	
1	-₡1 032 133.40	-₡651 916.86	-₡380 216.54	₡ 46 296 408.36	Año 1
2	-₡1 032 133.40	-₡646 606.50	-₡385 526.90	₡ 45 910 881.46	
3	-₡1 032 133.40	-₡641 221.98	-₡390 911.42	₡ 45 519 970.04	
4	-₡1 032 133.40	-₡635 762.25	-₡396 371.15	₡ 45 123 598.89	
5	-₡1 032 133.40	-₡630 226.26	-₡401 907.14	₡ 44 721 691.75	
6	-₡1 032 133.40	-₡624 612.96	-₡407 520.44	₡ 44 314 171.31	
7	-₡1 032 133.40	-₡618 921.26	-₡413 212.14	₡ 43 900 959.17	
8	-₡1 032 133.40	-₡613 150.06	-₡418 983.34	₡ 43 481 975.83	
9	-₡1 032 133.40	-₡607 298.26	-₡424 835.14	₡ 43 057 140.69	
10	-₡1 032 133.40	-₡601 364.73	-₡430 768.67	₡ 42 626 372.02	
11	-₡1 032 133.40	-₡595 348.33	-₡436 785.07	₡ 42 189 586.95	
12	-₡1 032 133.40	-₡589 247.90	-₡442 885.50	₡ 41 746 701.44	
13	-₡1 032 133.40	-₡583 062.26	-₡449 071.14	₡ 41 297 630.31	Año 2
14	-₡1 032 133.40	-₡576 790.24	-₡455 343.16	₡ 40 842 287.14	
15	-₡1 032 133.40	-₡570 430.61	-₡461 702.79	₡ 40 380 584.35	
16	-₡1 032 133.40	-₡563 982.16	-₡468 151.24	₡ 39 912 433.11	
17	-₡1 032 133.40	-₡557 443.65	-₡474 689.75	₡ 39 437 743.36	
18	-₡1 032 133.40	-₡550 813.82	-₡481 319.59	₡ 38 956 423.77	
19	-₡1 032 133.40	-₡544 091.39	-₡488 042.02	₡ 38 468 381.76	
20	-₡1 032 133.40	-₡537 275.07	-₡494 858.34	₡ 37 973 523.42	
21	-₡1 032 133.40	-₡530 363.54	-₡501 769.86	₡ 37 471 753.56	
22	-₡1 032 133.40	-₡523 355.49	-₡508 777.91	₡ 36 962 975.65	
23	-₡1 032 133.40	-₡516 249.56	-₡515 883.84	₡ 36 447 091.81	
24	-₡1 032 133.40	-₡509 044.38	-₡523 089.02	₡ 35 924 002.79	
25	-₡1 032 133.40	-₡501 738.57	-₡530 394.83	₡ 35 393 607.96	Año 3
26	-₡1 032 133.40	-₡494 330.72	-₡537 802.68	₡ 34 855 805.29	
27	-₡1 032 133.40	-₡486 819.41	-₡545 313.99	₡ 34 310 491.30	
28	-₡1 032 133.40	-₡479 203.20	-₡552 930.21	₡ 33 757 561.09	
29	-₡1 032 133.40	-₡471 480.60	-₡560 652.80	₡ 33 196 908.29	
30	-₡1 032 133.40	-₡463 650.15	-₡568 483.25	₡ 32 628 425.04	
31	-₡1 032 133.40	-₡455 710.34	-₡576 423.06	₡ 32 052 001.98	
32	-₡1 032 133.40	-₡447 659.63	-₡584 473.77	₡ 31 467 528.21	
33	-₡1 032 133.40	-₡439 496.48	-₡592 636.92	₡ 30 874 891.28	
34	-₡1 032 133.40	-₡431 219.31	-₡600 914.09	₡ 30 273 977.20	
35	-₡1 032 133.40	-₡422 826.55	-₡609 306.85	₡ 29 664 670.34	
36	-₡1 032 133.40	-₡414 316.56	-₡617 816.84	₡ 29 046 853.50	
37	-₡1 032 133.40	-₡405 687.72	-₡626 445.68	₡ 28 420 407.82	Año 4
38	-₡1 032 133.40	-₡396 938.36	-₡635 195.04	₡ 27 785 212.78	
39	-₡1 032 133.40	-₡388 066.81	-₡644 066.60	₡ 27 141 146.19	

40	-C1 032 133.40	-C379 071.34	-C653 062.06	C 26 488 084.13	
41	-C1 032 133.40	-C369 950.24	-C662 183.16	C 25 825 900.97	
42	-C1 032 133.40	-C360 701.75	-C671 431.65	C 25 154 469.32	
43	-C1 032 133.40	-C351 324.09	-C680 809.31	C 24 473 660.00	
44	-C1 032 133.40	-C341 815.45	-C690 317.95	C 23 783 342.05	
45	-C1 032 133.40	-C332 174.01	-C699 959.39	C 23 083 382.66	
46	-C1 032 133.40	-C322 397.91	-C709 735.49	C 22 373 647.17	
47	-C1 032 133.40	-C312 485.27	-C719 648.13	C 21 653 999.04	
48	-C1 032 133.40	-C302 434.19	-C729 699.21	C 20 924 299.83	
49	-C1 032 133.40	-C292 242.72	-C739 890.68	C 20 184 409.15	Año 5
50	-C1 032 133.40	-C281 908.91	-C750 224.49	C 19 434 184.66	
51	-C1 032 133.40	-C271 430.78	-C760 702.62	C 18 673 482.04	
52	-C1 032 133.40	-C260 806.30	-C771 327.10	C 17 902 154.94	
53	-C1 032 133.40	-C250 033.43	-C782 099.97	C 17 120 054.97	
54	-C1 032 133.40	-C239 110.10	-C793 023.30	C 16 327 031.67	
55	-C1 032 133.40	-C228 034.21	-C804 099.19	C 15 522 932.47	
56	-C1 032 133.40	-C216 803.62	-C815 329.78	C 14 707 602.70	
57	-C1 032 133.40	-C205 416.18	-C826 717.22	C 13 880 885.48	
58	-C1 032 133.40	-C193 869.70	-C838 263.70	C 13 042 621.78	
59	-C1 032 133.40	-C182 161.95	-C849 971.45	C 12 192 650.33	
60	-C1 032 133.40	-C170 290.68	-C861 842.72	C 11 330 807.61	
61	-C1 032 133.40	-C158 253.61	-C873 879.79	C 10 456 927.82	Año 6
62	-C1 032 133.40	-C146 048.43	-C886 084.98	C 9 570 842.84	
63	-C1 032 133.40	-C133 672.77	-C898 460.63	C 8 672 382.21	
64	-C1 032 133.40	-C121 124.27	-C911 009.13	C 7 761 373.09	
65	-C1 032 133.40	-C108 400.51	-C923 732.89	C 6 837 640.19	
66	-C1 032 133.40	-C95 499.04	-C936 634.36	C 5 901 005.83	
67	-C1 032 133.40	-C82 417.38	-C949 716.02	C 4 951 289.81	
68	-C1 032 133.40	-C69 153.01	-C962 980.39	C 3 988 309.43	
69	-C1 032 133.40	-C55 703.39	-C976 430.01	C 3 011 879.41	
70	-C1 032 133.40	-C42 065.92	-C990 067.49	C 2 021 811.93	
71	-C1 032 133.40	-C28 237.97	-C1 003 895.43	C 1 017 916.50	
72	-C1 032 133.40	-C14 216.90	-C1 017 916.50	C 0.00	

- **Modelo cargadores convencionales con red eléctrica:**

# Cuota	Cuota préstamo	Interés	Amortización	Saldo
0				₡ 5 402 185.73
1	-₡492 089.93	-₡75 450.53	-₡416 639.40	₡ 4 985 546.33
2	-₡492 089.93	-₡69 631.46	-₡422 458.47	₡ 4 563 087.86
3	-₡492 089.93	-₡63 731.13	-₡428 358.80	₡ 4 134 729.06
4	-₡492 089.93	-₡57 748.38	-₡434 341.55	₡ 3 700 387.51
5	-₡492 089.93	-₡51 682.08	-₡440 407.85	₡ 3 259 979.66
6	-₡492 089.93	-₡45 531.05	-₡446 558.88	₡ 2 813 420.77
7	-₡492 089.93	-₡39 294.11	-₡452 795.82	₡ 2 360 624.95
8	-₡492 089.93	-₡32 970.06	-₡459 119.87	₡ 1 901 505.08
9	-₡492 089.93	-₡26 557.69	-₡465 532.24	₡ 1 435 972.84
10	-₡492 089.93	-₡20 055.75	-₡472 034.18	₡ 963 938.66
11	-₡492 089.93	-₡13 463.01	-₡478 626.92	₡ 485 311.74
12	-₡492 089.93	-₡6 778.19	-₡485 311.74	-₡ 0.00